

Grado en Ingeniería Mecánica
Curso 2017-2018

Trabajo Fin de Grado

“Mejora energética de una vivienda construida de acuerdo al NBE-CT- 79”

Javier Rodríguez Olivares

Tutor

Javier Villa Briongos

Leganés, julio 2018



Esta obra se encuentra sujeta a la licencia Creative Commons **Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada**

Resumen

Este TFG es un estudio de mejora energética y reducción de emisiones de una vivienda unifamiliar de más de 10 años construida de acuerdo al NBE-CT-79, derogado en 2006 por el CTE-DB-HE. La vivienda está situada en el municipio de Galapagar (Madrid).

Para comparar el efecto de las mejoras propuestas se ha utilizado la calificación energética mediante el uso de la herramienta informática CE3X, promovida por el Ministerio de Fomento y el Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital para la calificación de edificios existentes. Se ha realizado la calificación energética de la vivienda en su estado actual y se han propuesto varias mejoras, estudiando de forma individual su impacto en la calificación energética. Posteriormente han sido agrupadas para conseguir las calificaciones D, C o A.

Se ha realizado un estudio económico de las mejoras propuestas para conseguir las calificaciones D, C o A.

Índice

Resumen.....	3
Índice de tablas	7
Índice de ilustraciones.....	8
1. Introducción	9
1.1. Introducción	9
1.2. Motivación y objetivos del TFG	9
2. Estado del Arte	10
2.1. Contexto.....	10
2.2. Legislación.....	10
2.3. Calificación energética.....	11
3. Estudio de mejora.....	14
3.1. Definición del análisis	14
3.2. CE3X	14
3.3. Metodología.....	15
3.4. Calculo muro ejemplo	15
4. Descripción de la vivienda objeto de estudio	18
4.1. Emplazamiento y situación	18
4.2. Descripción de la vivienda	18
4.3. Descripción de las instalaciones actuales de la vivienda.....	20
5. Análisis Energético de la vivienda en su estado actual.....	21
5.1. Cerramientos exteriores	21
5.2. Cubiertas.....	22
5.3. Carpintería exterior.....	22
5.4. Instalaciones de calefacción y ACS.....	22
5.5. Resultado del certificado energético actual.....	22
6. Mejoras energéticas aplicadas a la vivienda.....	24
6.1. Mejora de la envolvente	24
6.1.1. Instalación de doble ventana en la vivienda.....	24
6.1.2. Mejora del aislamiento en la partición inferior.....	25
6.1.3. Mejora del aislamiento en cubierta	26
4.2 Mejora de las instalaciones.....	27
4.2.1 Sustitución de la caldera	27

4.2.2	Aporte de calor para ACS mediante captadores solares	31
4.2.3	Aporte de calor para calefacción mediante una estufa de leña (biomasa) 32	
4.2.4	Reacondicionamiento de la chimenea ubicada en el salón	34
4.3	Nueva calificación energética y análisis de mejoras	36
4.3.1	Categoría D	36
4.3.2	Categoría C	36
4.3.3	Categoría A	37
7.	Estudio y viabilidad económica	39
5.1.	Cálculo económico actual	39
5.2.	Categoría D	40
5.3.	Categoría C	44
5.4.	Categoría A	49
6.	Conclusiones	51
7.	Bibliografía	52
	Anexo A: Utilización de la herramienta informática CE3X	53
	Datos administrativos	53
	Datos generales	53
	Envolvente térmica	54
	Instalaciones	57
	Anexo B: Certificado Eficiencia Energética vivienda en su estado actual	60
	Anexo C: Certificado Eficiencia Energética vivienda en el caso de la categoría D	68
	Anexo D: Certificado Eficiencia Energética vivienda en el caso de la categoría C	76
	Anexo E: Certificado Eficiencia Energética vivienda en el caso de la categoría A	84

Índice de tablas

Tabla 1: Escala de calificación para edificios de uso residencial privado.....	12
Tabla 2: Conductividad térmica y espesor de los materiales de la fachada	15
Tabla 3: Resistencia térmica muro de fachada	16
Tabla 4: Superficie útil planta baja.....	19
Tabla 5: Superficie útil planta alta.....	20
Tabla 6: Consumo anual de la caldera actual.....	39
Tabla 7: Coste de instalación del aislamiento inferior	40
Tabla 8: Coste de instalación de la caldera de propano	40
Tabla 9: Coste de instalación de la estufa de leña	41
Tabla 10: Coste de instalación del depósito de propano	41
Tabla 11: Resumen de costes de las mejoras propuestas para la categoría D	41
Tabla 12: Consumo anual de la caldera de propano de la vivienda C.....	42
Tabla 13: Coste anual de la caldera de propano de la vivienda de categoría D	43
Tabla 14: Coste anual de la estufa de leña de la vivienda de categoría D	43
Tabla 15: Coste de instalación del aislamiento en la cubierta superior.....	44
Tabla 16: Coste de instalación de la segunda ventana	45
Tabla 17: Coste de instalación del sistema de captadores solares	46
Tabla 18: Coste de instalación del insert del salón	46
Tabla 19: Resumen de las mejoras propuestas a la vivienda de calificación C.....	47
Tabla 20: Consumo anual de propano de la vivienda de categoría C	47
Tabla 21: Coste anual de propano de la vivienda de categoría C	48
Tabla 22: Consumo y coste anual de leña de la vivienda de categoría C.....	48
Tabla 23: Coste de instalación de la caldera de biomasa.....	49
Tabla 24: Consumo y coste anual de la caldera de biomasa.....	50

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Resistencia termica del muro de fachada según el CE3X.....	17
Ilustración 2: Mapa de situación	18
Ilustración 3: Seccion de la fachada exterior	21
Ilustración 4: Calificación energética de la vivienda actual	23
Ilustración 5: Calificación energética de la vivienda con doble ventana	25
Ilustración 6: Calificación energética de la vivienda con aislamiento inferior	25
Ilustración 7: Calificación energética de la vivienda con aislamiento en cubierta	26
Ilustración 8: Calificación energética de la vivienda con caldera de gas natural.....	28
Ilustración 9: Calificación energética de la vivienda con caldera de propano	29
Ilustración 10: Calificación energética de la vivienda con caldera de biomasa (pellets)	30
Ilustración 11: Calificación energética de la vivienda con una nueva caldera de gasoil.....	31
Ilustración 12: Calificación energética de la vivienda con captadores solares para ACS.....	32
Ilustración 13: Plano de situación de la estufa de leña.....	33
Ilustración 14: Calificación energética de la vivienda con estufa de leña.....	34
Ilustración 15: Calificación energética de la vivienda con hogar tipo cassette y estufa de leña	35
Ilustración 16: Calificación energética de la vivienda de categoría D	36
Ilustración 17: Calificación energética de la vivienda de categoría C	37
Ilustración 18: Calificación energética de la vivienda de categoría A	37

1. Introducción

1.1. Introducción

Desde el principio de los tiempos el ser humano ha tenido una necesidad de usar energía del medio para su propio beneficio, desde calentarse en las noches frías o cocinar alimentos mediante hogueras de madera, hasta usar la fuerza del viento para impulsar navíos por el mar mediante velas. Hasta la revolución industrial estas fuentes de energía eran de origen renovable, a partir de este momento se extiende el uso de los combustibles fósiles, principalmente el carbón y posteriormente también el petróleo y sus derivados.

En la actualidad, el uso de combustibles fósiles supone aproximadamente un tercio de la energía producida, lanzando a la atmosfera millones de toneladas de CO₂, que junto con otros gases forman lo que se conoce como efecto invernadero. Este efecto invernadero está causando un calentamiento global y acelerando el cambio climático. Es por esto por lo que en los últimos años se busca reducir estas emisiones mediante el uso de energías renovables y el aumento de la eficiencia energética.

El certificado energético de la vivienda es un documento que informa sobre el impacto ambiental de la vivienda, basando de en las emisiones equivalentes de CO₂ por metro cuadrado.

Consiste en una escala que va desde la A a la G, siendo A la vivienda más eficiente y G la menos eficiente. Estas categorías permiten comparar el impacto ambiental de diferentes viviendas independientemente de su tamaño o de su ubicación.

Es obligatorio desde el 1 de Junio de 2013 tener un certificado energético si se desea vender o alquilar la vivienda. El certificado debe ser realizado por un técnico competente: un arquitecto, un arquitecto técnico o un ingeniero. Tiene una validez de 10 años y el propietario de la vivienda es el responsable de su renovación.

1.2. Motivación y objetivos del TFG

La motivación de este TFG es realizar un estudio de las posibles mejoras de la eficiencia energética de una vivienda de más de 10 años construida de acuerdo al NBE-CT-79. Es necesaria la reducción del consumo y las emisiones en edificios debido al alto porcentaje de consumo de energía que representan.

El objetivo de este estudio es buscar que medidas habría que adoptar para mejorar la eficiencia energética y la reducción de emisiones de la vivienda haciendo una comparativa de las mejoras mediante la calificación del certificado energético, así como su viabilidad económica. Se busca un ahorro tanto económico como en emisiones al medio ambiente.

2. Estado del Arte

2.1. Contexto

La demanda de energía mundial tiene previsión de seguir creciendo, por ello resulta necesaria la mejora de la eficiencia y el uso de fuentes de energía renovable para reducir el impacto ambiental del uso de esa energía.

En los últimos 40 años la demanda de energía ha crecido de forma constante. A partir de la crisis del petróleo de los años 70 se hace relevante la dependencia de la economía de la energía y por ello aumenta la importancia de la eficiencia energética y de las fuentes alternativas de energía

El Protocolo de Kyoto, de 1997, compromete a los países industrializados a una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

El objetivo 20/20/20 para el 2020 es un paquete integrado de medidas de la Unión Europea para frenar el cambio climático y estabilizar la temperatura de la superficie del planeta. Su objetivo es llevar a Europa hacia un camino sostenible con una economía que genere menos emisiones de carbono y consuma menos energía. En el se propone, respecto a los datos de 1990:

- Reducir un 20% las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Ahorrar un 20% de la energía mediante el aumento de eficiencia, así como cubrir al menos el 10% de las necesidades de transporte con biocombustibles.
- Promover el uso de energías renovables hasta al menos un 20%.

Entre las energías renovables se encuentra la energía solar, energía eólica, energía hidráulica y el uso de biocombustibles.

2.2. Legislación

Breve resumen histórico de las normativas españolas y directivas europeas referentes a la eficiencia energética y emisiones en edificios:

- 1979: NBE-CT-79: (Norma Básica de Edificación sobre Condiciones Térmicas) Primera normativa en España sobre exigencias mínimas para el asilamiento en viviendas.
- 1980: RICCA: (Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y ACS) Primera normativa que regula las instalaciones térmicas de los edificios.
- 1993: Directiva 93/76/CEE (SAVE) Relativa a la limitación de emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficiencia energética.
- 1998: RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios) Deroga al RICCA.

- 2002: Directiva 2002/91/CE Tiene como objetivo fomentar eficiencia energética para reducir las emisiones de dióxido de carbono. Esta directiva se aplica en España mediante el CTE DB-HE de 2006 y el RITE de 2007.
- 2006: CTE (Código Técnico de Edificación) En el apartado DB-HE se establecen los criterios y condiciones mínimas actuales de ahorro de energía en edificios de nueva construcción.
- 2007: Real Decreto 1027/2007 RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios) Deroga al documento anterior de 1998.
- 2010: Directiva 2010/31/UE (Relativa a la eficiencia energética en edificios) Tiene como objetivo fomentar la eficiencia energética en edificios, teniendo en cuenta las condiciones climáticas locales e exigencias ambientales interiores. Para ello se establece un marco metodológico común para los requisitos mínimos de eficiencia energética.
- 2012: Directiva 2012/27/UE Tiene como objetivo crear un marco común para el fomento de la Eficiencia energética en edificios y supone un compromiso para aumentar un 20% la eficiencia energética y reducir un 20% las emisiones en edificios para el 2020. Complementa a la directiva 2010/31/UE
- 2013: Real Decreto 235/2013 (Certificación energética de edificios) Se adapta la Directiva europea 2010/31/UE. En este Real Decreto se establece que a partir del 1 de junio de 2013 es obligatorio tener el certificado de eficiencia energética para alquilar o vender tanto edificios de nueva construcción como existentes.

2.3. Calificación energética

El consumo de energía de edificios representa un 40% de la energía primaria, es por esto que distintas instituciones y administraciones públicas de los países miembros de la UE han publicado normativas para reducir las emisiones de CO₂ a la atmosfera.

La directiva europea 2012/27/UE establece una metodología de cálculo mediante la que comparar la eficiencia energética de los edificios, con el objetivo de fomentar la eficiencia energética. Esta directiva queda adaptada a España y entra en vigor mediante el Real Decreto 235/2013.

Mediante la calificación energética se busca establecer una forma de comparar de forma objetiva la eficiencia energética y las emisiones de un edificio independientemente de su situación y sus solicitaciones externas. De esta manera, se puede estudiar las mejoras que se pueden aplicar a las edificaciones con el objetivo de aumentar su eficiencia energética y reducir las emisiones de CO₂.

La calificación energética se expresa a través de varios indicadores que permiten explicar las razones acerca del comportamiento energético del edificio y proporcionar información para poder mejorar dicho comportamiento. Estos indicadores se expresan en base anual y por m² de superficie útil del edificio. Se distinguen dos tipos de indicadores en función de su importancia, Indicadores principales e indicadores complementarios.

Los indicadores principales de eficiencia energética son:

- Las emisiones anuales de CO₂.
- El consumo anual de energía primaria no renovable.

Los indicadores complementarios de eficiencia energética son:

- La demanda anual de calefacción
- La demanda anual de refrigeración
- El consumo anual de energía primaria desagregada por servicios
- Las emisiones anuales de CO₂ desagregadas por servicios
- Las emisiones anuales de CO₂ desagregadas por consumo eléctrico y otros combustibles.

Las unidades que se emplean para expresar estos indicadores son kWh/m² en el caso de las demandas y consumos de energía y kgCO₂/m² en el caso de las emisiones de CO₂.

Es por estos indicadores principales por los que la sustitución de la caldera actual, de gasóleo, por una con un combustible de menores emisiones, o emisiones consideradas neutras en el caso de los biocombustibles, se verá reflejado de mayor manera en la calificación energética que los cambios en la envolvente.

La calificación energética va desde la letra "A" para los edificios más eficientes y de menores emisiones hasta la letra "G" para los edificios menos eficientes. La escala de calificación para edificios de uso residencial privado se obtiene según los valores de los índices C_1 y C_2 , de acuerdo con la Tabla 1.

Calificación	Índice
A	$C_1 < 0,15$
B	$0,15 \leq C_1 < 0,50$
C	$0,50 \leq C_1 < 1,00$
D	$1,00 \leq C_1 < 1,75$
E	$C_1 \leq 1,75, C_2 < 1,00$
F	$C_1 \leq 1,75, 1,00 \leq C_2 < 1,50$
G	$C_1 \leq 1,75, 1,50 \leq C_2 < 1,50$

Tabla 1: Escala de calificación para edificios de uso residencial privado

Los índices de calificación C_1 y C_2 se calculan mediante las siguientes ecuaciones:

$$C_1 = \frac{\left(R * \frac{I_o}{I_r}\right) - 1}{2(R - 1)} + 0,6$$

$$C_2 = \frac{\left(R' * \frac{I_o}{I_s}\right) - 1}{2(R' - 1)} + 0,6$$

Donde,

I_o es el valor del indicador analizado (emisiones anuales de CO₂, Consumo anual de energía, etc.)

\bar{I}_r es el valor medio del indicador del parque de referencia de edificios nuevos de vivienda

R es el ratio entre el valor \bar{I}_r y el valor del indicador al percentil del 10% del parque de referencia de edificios nuevos de vivienda

\bar{I}_s es el valor medio del indicador del parque de referencia de edificios existentes de uso residencial privado

R' es el ratio entre el valor \bar{I}_s y el valor del indicador al percentil del 10% del parque de referencia de edificios existentes de vivienda

Los valores de \bar{I}_r , R , \bar{I}_s , R' , se encuentran tabulados en función de las correspondientes zonas climáticas por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

3. Estudio de mejora

3.1. Definición del análisis

Para comparar el efecto en las emisiones y la eficiencia energética de las mejoras propuestas a la vivienda con la vivienda en su estado actual, se va a utilizar el certificado energético. Para ello se va a utilizar el programa CE3X.

En primer lugar es necesario conocer el estado actual de eficiencia energética y emisiones, por lo que es necesario realizar la calificación energética de la vivienda actual. Para conocer el impacto de las mejoras propuestas se realizara un estudio de la calificación energética de la vivienda actual con cada mejora.

Para mejorar la calificación energética de la vivienda es necesario realizar una combinación de las mejoras, por lo que para este estudio se han propuesto tres combinaciones distintas, para las categorías D, C y A. Se ha realizado un estudio económico de dichas combinaciones.

3.2. CE3X

El programa CE3X es un *“Documento reconocido para la Certificación Energética de Edificios Existentes”*. Ha sido desarrollado por Efinovatic y el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER), los cuales se encargan del mantenimiento del programa y del desarrollo de nuevas versiones. El programa es propiedad del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

Mediante el uso de este programa se puede certificar cualquier tipo de edificio: residencial, pequeño terciario o gran terciario. La calificación energética se puede obtener de la “G” para las viviendas menos eficientes, que por tanto tendrían mayores emisiones, hasta la “A” para las viviendas más eficientes.

El programa CE3X se adapta a variedad de situaciones y permite varios tipos de entrada de datos del edificio que se está certificando. Y por tanto los valores se pueden introducir como:

- Valores conocidos, en caso de que se tenga un estudio previo de los valores de la envolvente o las instalaciones, lo que permitiría obtener una calificación lo más exacta posible a la realidad. No obstante, esto no resulta rentable ni práctico en muchos casos.
- Valores estimados, en caso de que se dispongan de datos suficientes para hacer un cálculo en el programa de los valores de la envolvente y las instalaciones.
- Valores por defecto, en caso de no ser posible el cálculo de dichos valores, el programa usa los valores del peor caso en función del código mediante el que la vivienda haya sido construida, por lo que la calificación energética será baja.

El uso de estos valores debe ser evitado para conseguir una calificación más realista de la vivienda.

En el apéndice A de este estudio está definida una versión reducida de un ejemplo de uso de este programa, realizando el cálculo de la calificación energética de la vivienda en su estado actual.

3.3. Metodología

Para poder realizar una comparativa de la vivienda en su estado actual con las distintas mejoras propuestas se va a realizar la calificación energética de la vivienda mediante el CE3X.

Para la realización del certificado energético de la vivienda se cuenta con el proyecto original de la vivienda. También se realizó una visita a la vivienda con el objetivo de tomar datos de consumo de la caldera de datos, así como información adicional.

Mediante los datos proporcionados por los fabricantes de los materiales y equipos que se proponen para la mejora del certificado energético se puede calcular el impacto de las mejoras en la calificación energética de la vivienda.

3.4. Cálculo muro ejemplo

Para hacer una comprobación sobre los cálculos realizados por el programa, se va a hacer un cálculo manual de uno de los muros de la fachada.

Para ello necesitamos los valores de conductividad térmica de los materiales del muro exterior, en este caso, dos tipos de ladrillo hueco y el aislamiento de poliestireno. Los valores de conductividad térmica han sido extraídos del catálogo de elementos constructivos del CTE.

Material	Conductividad térmica (λ) [W/mk]	Espesor (e) [m]
Ladrillo hueco LH	0,32	0,115
Poliestireno expandido	0,039*	0,05
Ladrillo hueco LH	0,32	0,06

Tabla 2: Conductividad térmica y espesor de los materiales de la fachada

*existen poliestirenos de hasta 0.046 W/mk

La resistencia térmica de un muro viene determinada por la suma de la resistencia térmica de los materiales, definida en el apartado 2.1.1 del documento de apoyo al CTE-DB-HE1, DA DB-HE/1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente, según la ecuación:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Donde,

$R_1, R_2 \dots R_n$ las resistencias térmicas de cada capa en $[m^2K/W]$;

R_{si}, R_{se} las resistencias térmicas correspondientes al aire interior y exterior del muro.

La resistencia térmica viene definida por la siguiente expresión

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Donde,

e es el espesor, en metros

λ es la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa

La resistencia térmica del muro de fachada queda definida en la Tabla 3.

Material	Conductividad térmica (λ) [W/mK]	Espesor (e) [m]	Resistencia térmica (R) [m^2K/W]
Ladrillo hueco LH	0,32	0,115	0,35
Poliestireno expandido	0,039	0,05	1,28
Ladrillo hueco LH	0,32	0,06	0,18
Resistencia térmica Muro (sin aire)			1,82
Resistencia térmica aire exterior			0,04
Resistencia térmica aire interior			0,13
Resistencia térmica Muro			1,99

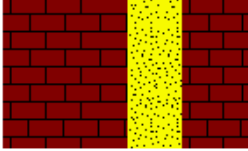
Tabla 3: Resistencia térmica muro de fachada

En la Ilustración 1, se expresa los valores de resistencia térmica del muro de fachada calculado según el CE3X. El programa no tiene en cuenta a la hora de definir el muro los valores de la resistencia térmica del aire interior y exterior, por lo que solo muestra en el muro ejemplo los valores de resistencia térmica de los materiales que lo componen.

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m ² K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
1/2 pie LP métrico o c...	Fábricas de ladrillo	0.172	0.115	0.667	1140	1000
EPS Poliestireno Expa...	Aislantes	1.087	0.05	0.046	30	1000
Tabicón de LH doble ...	Fábricas de ladrillo	0.139	0.06	0.432	930	1000



$R1 + \dots + Rn$
1.4 m²K/W

Ilustración 1: Resistencia térmica del muro de fachada según el CE3X

Existe una diferencia en el cálculo de la resistencia térmica debido a que el CE3X tiene tabulados los valores de resistencia térmica de las fábricas de ladrillos completas en vez de la conductividad de los materiales, que varían en función de cómo estén construidas, además de ser anisótropas, ya que una fábrica de ladrillos no es un sólido homogéneo. Es por esto que los resultados no son exactamente iguales al cálculo manual. No obstante, los valores son lo suficientemente similares para que quede validado el procedimiento de cálculo del CE3X.

comedor y un despacho-biblioteca al que se accede a través del salón-comedor. En el hall de acceso se encuentra una escalera que da acceso a la segunda planta, que cuenta con un dormitorio y un baño completo.

El proyecto fue realizado de acuerdo a la Norma Básica de Edificación sobre condiciones térmicas (NBE-CT-79), aprobada el 6 de julio de 1979. Esta norma fue derogada en 2006 por el DB-HE: Documento básico de ahorro de energía, que forma parte del Código Técnico de Edificación (CTE).

Los muros de fachada de la vivienda están compuestos por medio pie de ladrillo hueco doble, 5 centímetros de aislamiento térmico y tabicón de ladrillo hueco doble, de esta forma cumple con los requisitos especificados por el NBE-CT-79. La tabiquería interior es de tipo ligera, con una división de tabique hueco doble sentado a tabicón. La carpintería exterior de la vivienda es de aluminio con rotura de puente térmico lacado en un acabado color nogal. Las ventanas de la vivienda son de cristal doble con cámara de aire y las cajas de persiana carecen de aislamiento.

La superficie útil de la vivienda queda definida en las tablas 4 y 5. La mayor diferencia entre la superficie útil y superficie construida se debe a la doble altura del hall de entrada de la vivienda, donde se ubica la escalera de acceso al segundo piso

Cuadro de superficies Vivienda unifamiliar aislada	
Planta baja	
Denominación	Superficie útil [m ²]
Dormitorio 1	15.25
Dormitorio 2	15.25
Distribuidor	14.05
Baño	3.25
Distribuidor 2	2.05
Baño	3.05
Aseo	2.75
Pasillo	2.30
Dormitorio 3	7.66
Cocina	11.65
Hall	18.90
Salón/Comedor	36.10
Office	9.05
Biblioteca	20.85
Porche entrada	5.76
Total superficie útil	167.92
Total superficie construida	197.16

Tabla 4: Superficie útil planta baja

Cuadro de superficies Vivienda unifamiliar aislada	
Planta alta	
Denominación	Superficie útil [m ²]
Dormitorio 4	27.00
Baño	2.90
Baño	3.57
Vestidor	5.99
Rellano	2.90
Total superficie útil	42.36
Total superficie construida	66.79

Tabla 5: Superficie útil planta alta

4.3. Descripción de las instalaciones actuales de la vivienda

La vivienda posee un sistema de calefacción y Agua caliente sanitaria (en adelante ACS) mediante una caldera tradicional de gasoil de 24 kw con un aislamiento medio de 11 años de antigüedad. El calor para calefacción producido por la caldera se transmite al edificio mediante un sistema de suelo radiante, disponible en toda la superficie habitable de ambas plantas. El ACS es suministrado mediante un acumulador de 110 litros ubicado en el equipo de caldera con un aislamiento de poliestireno de 5 centímetros de grosor.

La vivienda carece de sistema de refrigeración.

5. Análisis Energético de la vivienda en su estado actual

Para realizar un análisis energético de la vivienda en su estado actual se ha utilizado el programa CE3X, desarrollado por Efinovatic y el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER). Es propiedad del Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE) y su distribución es gratuita.

El CE3X está especialmente recomendado para la certificación de edificios ya existentes, como es el caso de la vivienda de este estudio.

La escala está basada en las emisiones de CO₂ por metro cuadrado de la vivienda. También se consideran como emisiones de CO₂ para el certificado las correspondientes a la energía eléctrica consumida en el caso de tener equipos de calefacción, refrigeración o ACS que funcionen con electricidad, aunque éstas no se produzcan en el edificio de estudio.

5.1. Cerramientos exteriores

Las fachadas de la vivienda están formadas por muros compuestos por medio pie de ladrillo hueco, cámara de 5 cm para aislamiento térmico y tabicón de ladrillo hueco doble. Lleva un revestimiento monocapa en color claro en el exterior.

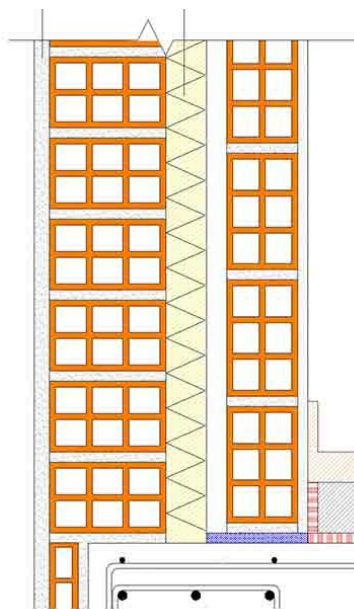


Ilustración 3: Sección de la fachada exterior

La vivienda está construida mediante una estructura de pórticos de hormigón armado con un forjado unidireccional de hormigón armado y bovedillas cerámicas. Bajo el suelo del primer piso existe una planta de sótano sin aislamiento de altura variable a lo largo de la planta de la vivienda.

5.2. Cubiertas

Las cubiertas de la vivienda son a dos aguas con cubrición de teja cerámica curva sobre tablero sustentado por tabiques palomeros sobre el forjado de la última planta, con aislamiento encima de éste.

5.3. Carpintería exterior

La carpintería exterior está construida en aluminio lacado en color nogal con rotura de puente térmico. El acristalamiento es doble de tipo climalit con dos paneles de vidrio de 6 mm con una cámara de separación de 4mm, colocado sobre la carpintería de aluminio. El hueco de la ventana está rematado con ladrillo sólido visto y la ventana tiene un premarco de madera.

Las puertas de la vivienda son de madera maciza.

5.4. Instalaciones de calefacción y ACS

La vivienda posee una caldera de gasoil de la marca SIME de 24 kw con un acumulador de ACS de 110 litros integrado dentro del equipo de caldera. Es la única instalación de calefacción y ACS de la vivienda. El consumo anual real de la caldera actual es de 3000 litros de gasóleo para calefacción anuales aproximadamente. El acumulador de ACS posee un aislante de poliestireno de 5 cm de espesor.

La transmisión de calor desde la caldera hasta la vivienda se produce mediante la instalación de suelo radiante.

5.5. Resultado del certificado energético actual

Tras introducir todos los parámetros de la vivienda en el programa se obtiene la calificación energética de E, con $67.5 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$. La introducción de datos en el programa y uso del mismo está reflejada en el anexo A. El certificado completo se adjunta en el anexo B.

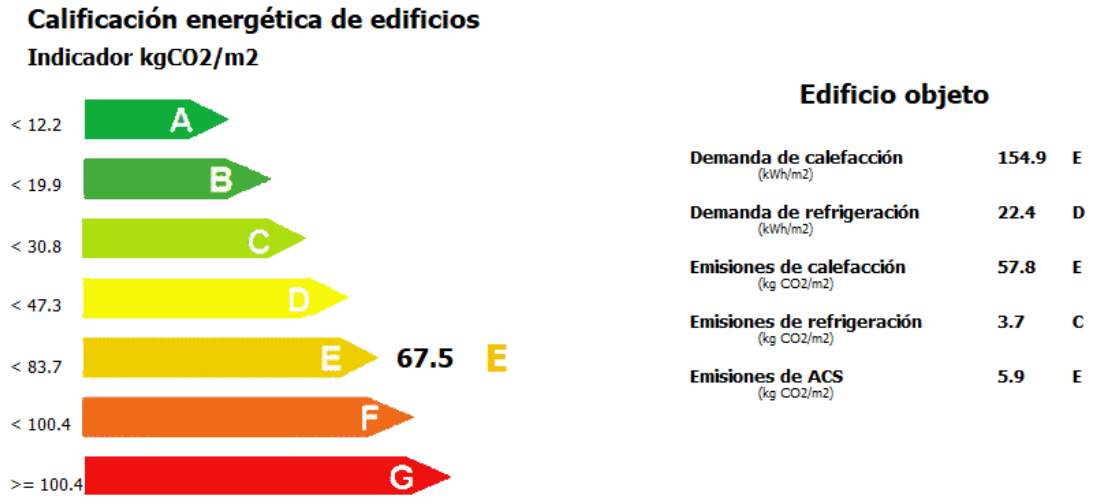


Ilustración 4: Calificación energética de la vivienda actual

6. Mejoras energéticas aplicadas a la vivienda

Para realizar un análisis de las posibles mejoras que se pueden aplicar a la vivienda se va a utilizar la misma herramienta informática que la que se ha utilizado para realizar el análisis actual de la eficiencia energética de la vivienda: El CE3X del Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). Para ello se van a proponer distintas soluciones y se hará un estudio de las posibles combinaciones de las mejoras y su efecto en la calificación energética de la vivienda.

6.1. Mejora de la envolvente

Mediante una mejora del aislamiento de la vivienda se puede conseguir una reducción de la energía necesaria para mantener una temperatura adecuada en la vivienda. Esto significaría una reducción tanto de las emisiones como del coste económico a largo plazo.

Para ello se proponen distintas medidas para la mejora de la envolvente de la vivienda. Su combinación se estudiará en el apartado de nueva calificación y análisis de mejoras. De la misma forma, se estudiará su viabilidad económica en el apartado de viabilidad económica.

6.1.1. Instalación de doble ventana en la vivienda

Al tener la vivienda actual ventanas de aluminio con rotura de puente térmico y doble cristal el impacto de sustituir las ventanas por unas de mejores características no es muy grande en la envolvente del edificio. Por eso se plantea la instalación de una doble ventana en toda la fachada de la vivienda para mejorar su aislamiento, de la misma forma se sustituirán las cajas de persiana sin aislamiento por otras con aislamiento. Al tener que adaptar el hueco de ventana para poder instalar la doble ventana también se mejorará el puente térmico que se crea entre la ventana y el muro de fachada.

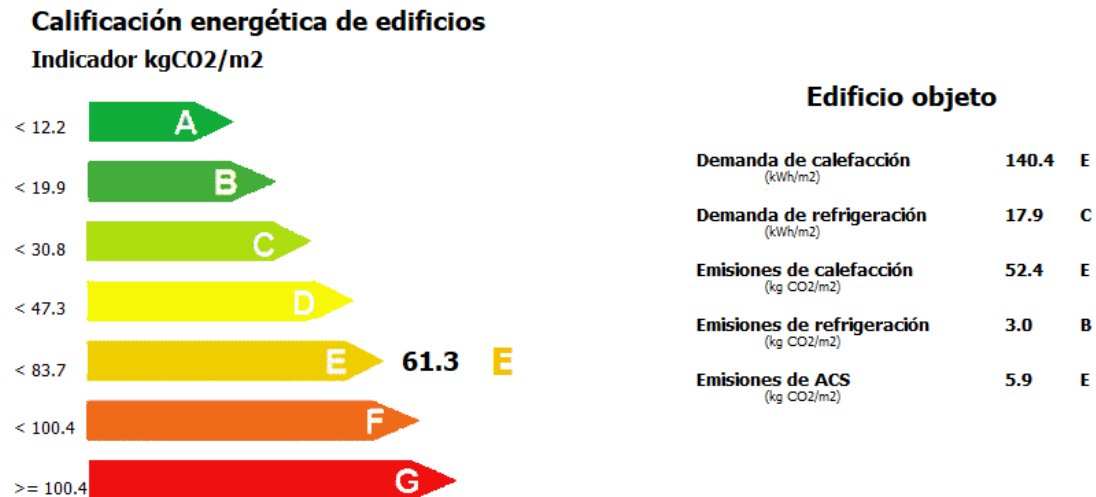


Ilustración 5: Calificación energética de la vivienda con doble ventana

De esta forma la demanda de calefacción desciende de 154.9 a 140.4 kWh/m², el indicador de kgCO₂/m² desciende de 67.5 a 61.3.

6.1.2. Mejora del aislamiento en la partición inferior

Se propone la mejora del aislamiento del suelo que da a la partición inferior mediante el uso de lana mineral aislante de 50mm de espesor que será fijada a la parte inferior del cerramiento mediante tacos de fijación para aislamiento. El aislante que se plantea usar tiene una de sus superficies cubierta con una capa metalizada que funciona como barrera de vapor.

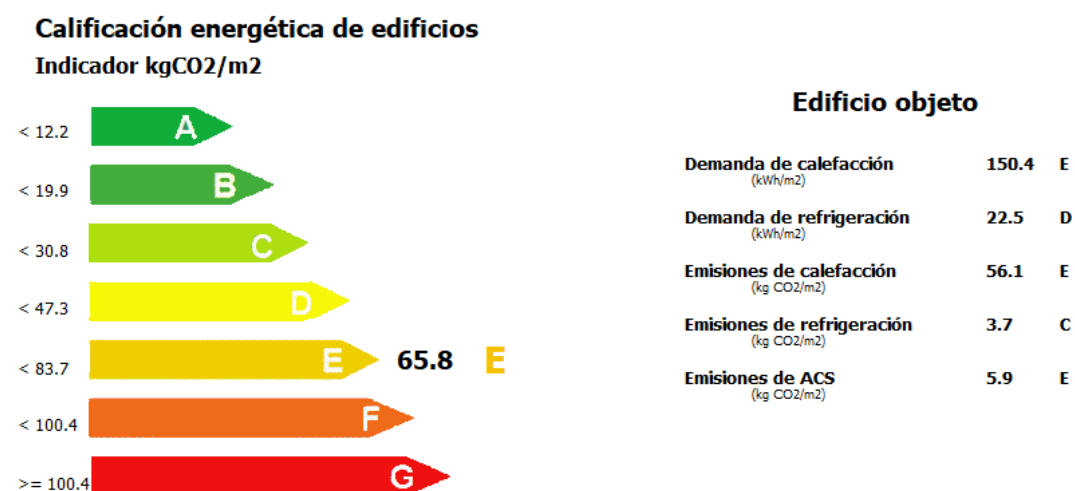


Ilustración 6: Calificación energética de la vivienda con aislamiento inferior

Se consigue disminuir la demanda de calefacción de 154.9 a 150.4 kWh/m², por lo que el indicador de CO₂ desciende de 67.5 a 65.8 kgCO₂/m². Se mantiene la categoría E.

6.1.3. Mejora del aislamiento en cubierta

Para la mejora del aislamiento en las cubiertas superiores se plantea el uso de lana mineral de 5 cm de espesor colocado por encima del forjado superior, el acceso al forjado de la cubierta es más complicado, ya que sobre este se encuentra el tablero del tejado sobre muros palomeros apoyados directamente sobre el forjado.

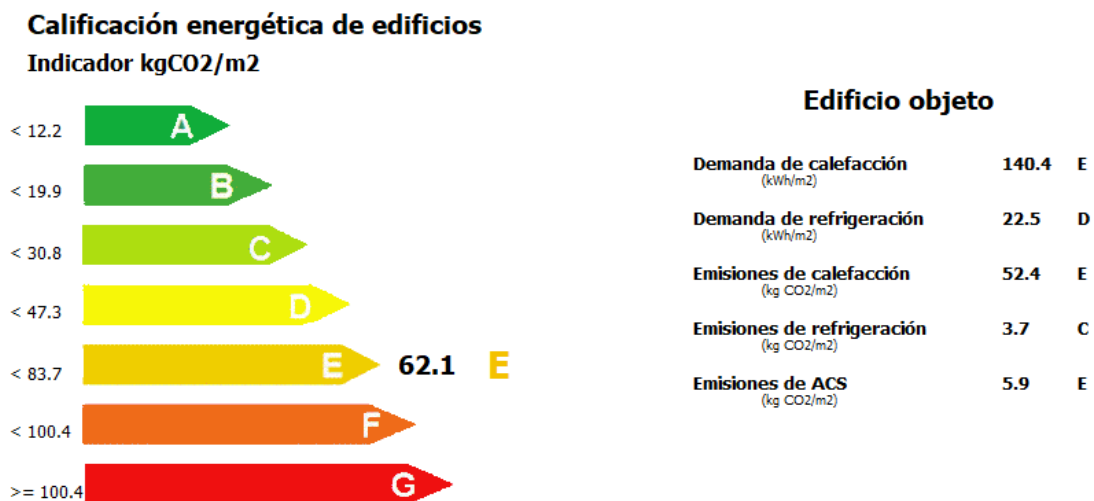


Ilustración 7: Calificación energética de la vivienda con aislamiento en cubierta

Se consigue un descenso del indicador de 67.5 a 62.1 kgCO₂/m², manteniéndose la categoría E.

4.2 Mejora de las instalaciones

A continuación se proponen distintas medidas para reducir el impacto medioambiental de la vivienda. Se van a considerar estas mejoras sobre la envolvente de la vivienda en su estado actual. El análisis de las mejoras conjuntas será realizado en el punto 4.3.

4.2.1 Sustitución de la caldera

Las peores calificaciones se obtienen en los apartados de emisiones, por lo que el cambio de caldera es necesario para poder conseguir una mejora significativa en la calificación energética del edificio. Por ello se va a estudiar sustituir la caldera por una más moderna y eficiente.

Se propone sustituir la caldera actual, de gasoil y de más de 10 años de antigüedad, por una que utilice un combustible diferente, por ello se van a evaluar distintas alternativas.

Al no poder disponer de datos de nuevos consumos en las calderas del estudio se va a suponer que el factor de carga media de la caldera es el mismo que el de la caldera actual, ya que las únicas variables que cambian con las nuevas calderas son el propio consumo y el poder calorífico del combustible.

Para el modelado de la caldera el CE3X tiene tabuladas las emisiones de CO₂/kWh según combustible y calcula factores de corrección de dichas emisiones en función del rendimiento proporcionado por el fabricante de la caldera y el rendimiento estacional de la instalación, que es calculado por el CE3X en función de la carga media real.

La carga media real (β_{cmb}) se calcula mediante la expresión, según el apartado 4.2.1 del Manual de fundamentos técnicos de calificación energética de edificios existentes CE3X:

$$\beta_{cmb} = \frac{V_{del} * H_x}{\phi_{cmb} * t_{gen}}$$

Donde:

- V_{del} es el consumo real de combustible,
- H_x es el poder calorífico de dicho combustible,
- ϕ_{cmb} es la potencia nominal del sistema generador,
- t_{gen} es el tiempo de operación de la instalación en horas al año.

Mediante los datos conocidos de la instalación actual se obtiene la carga media real que es similar a la que se obtendría en las calderas propuestas si se conocieran los datos de uso de éstas.

Las emisiones de NO_x, no se consideran debido a que no están contempladas en el CE3X.

Gas Natural

El gas natural tiene un menor impacto ambiental que otros combustibles fósiles por la alta relación hidrogeno-carbono de su composición. El gas natural se suministra a las viviendas por medio de canalizaciones. No existe suministro de gas natural en la zona, no obstante, se va a considerar por ser uno de los combustibles fósiles menos contaminantes.

El además de cambiar la caldera por una con un combustible diferente se va a cambiar la caldera por una de condensación, por ser más eficiente que una caldera convencional.

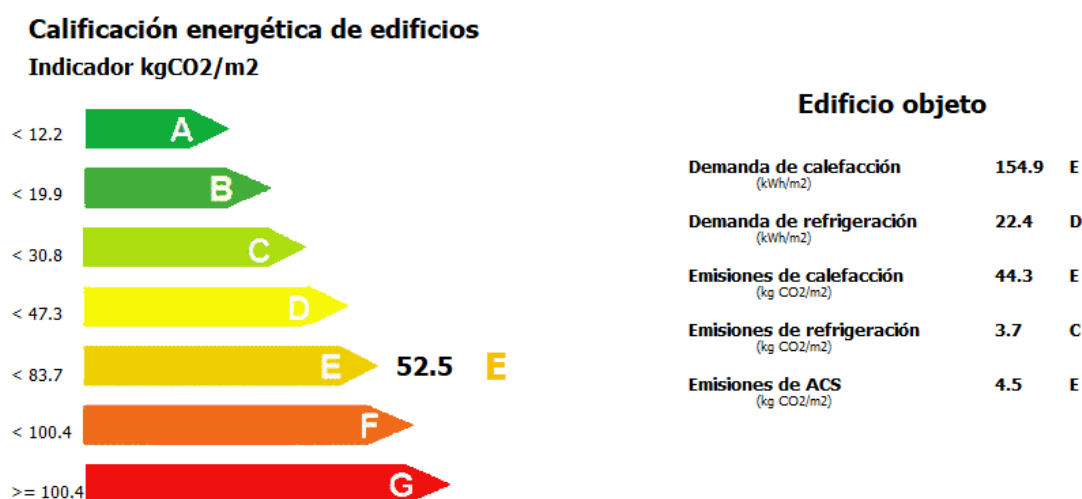


Ilustración 8: Calificación energética de la vivienda con caldera de gas natural

Sustituyendo la caldera tradicional de gasoil por una de condensación de gas natural se consigue una reducción de las emisiones de 67.5 kgCO₂/m² a 52.5 KgCO₂/m², la calificación se mantiene en E. Esta solución se podría aplicar en el caso de que se implantara el suministro de gas natural en la zona.

Propano (GLP)

Dentro de los combustibles fósiles de uso para calefacción la mejor opción actual por emisiones es el propano (GLP), ya que no hay suministro de gas natural en la zona. El GLP, al contrario que el gas natural, se suministra a granel o mediante bombonas de propano. Si se decide por una instalación a granel será necesaria la instalación de un depósito ubicado a un mínimo de 3 metros de la vivienda, por lo que el coste inicial será mayor. El depósito puede ser de superficie o enterrado. En esta vivienda, debido al tamaño de la parcela y al bajo porcentaje de ocupación de la vivienda respecto a la parcela, no existe ningún problema en cuanto al espacio necesario para la instalación

del depósito. En el caso de utilizarse propano envasado, no es necesaria la instalación de ningún depósito, solo un espacio para poder tener las bombonas de propano.

Al igual que en el caso de la caldera de gas natural, se va a sustituir la caldera antigua por una más moderna de condensación y con un mejor aislamiento.

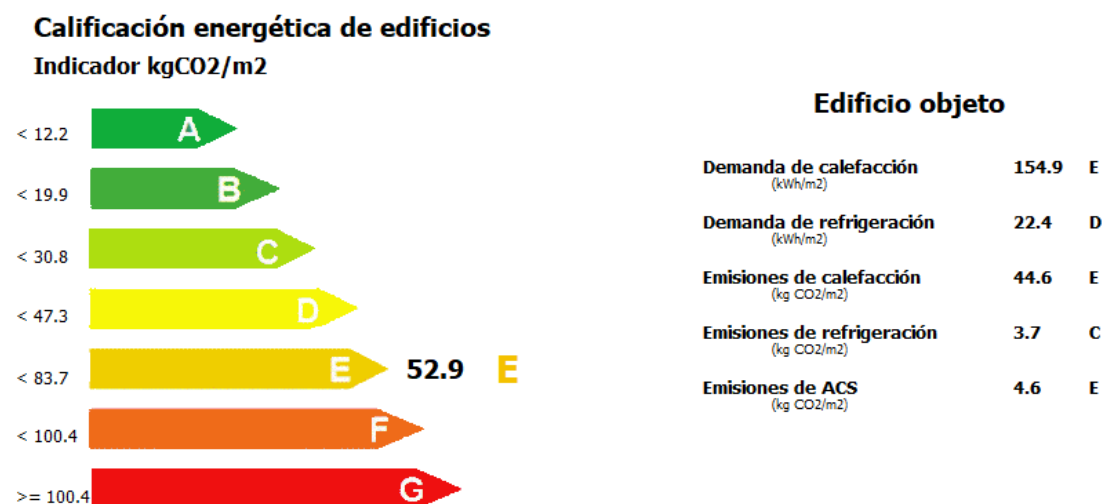


Ilustración 9: Calificación energética de la vivienda con caldera de propano

Las emisiones son muy similares a las de la caldera de Gas Natural, tan solo 0.4 kgCO₂/m² mayores que ésta, por lo que siguen siendo una mejora considerable respecto a las emisiones de la caldera actual.

Biomasa densificada (Pellets)

Las emisiones de CO₂ de una caldera de pellets se consideran neutras, ya que provienen de combustible natural que se regenera. La extracción de biomasa forestal ayuda a la limpieza de montes y al uso de residuos de industrias madereras. Existen en el mercado calderas de biomasa de condensación, lo que aumenta el rendimiento de dicho combustible.

Para la instalación de una caldera de biomasa mediante pellets es necesario un espacio mayor que para una caldera de otros combustibles, ya que al ser un combustible sólido es necesaria una tolva para poder garantizar un suministro continuado. Además la biomasa densificada tiene un poder calorífico de aproximadamente la mitad que los otros combustibles, por lo que el consumo de combustible será el doble que una caldera de combustible fósil.

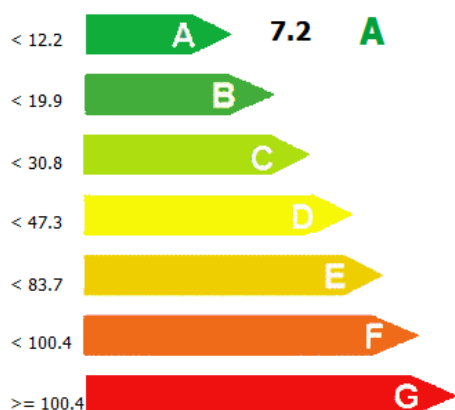
Las calderas de biomasa precisan de un mantenimiento más elevado, ya que la tolva deberá ser llenada de forma más habitual que un depósito de gas o gasoil debido a que la capacidad calorífica de los pellets es bastante inferior a estos combustibles por

unidad de volumen. Los pellets generan cenizas que deberán ser extraídas de la caldera y eliminadas de forma adecuada varias veces al año.

La caldera propuesta para la vivienda es una caldera HERGOM modelo Gredos 25S, caldera de biomasa policombustible con una tolva exterior de 1500 litros y encendido automático. Tiene una potencia de 25KW y un volumen de agua interno de 60 litros, no obstante, para la producción de ACS es necesario un Acumulador adicional, ya que no puede producir agua caliente de forma inmediata. Posee un rendimiento del 88% y además es una caldera de bajas emisiones de NOX.

Calificación energética de edificios

Indicador kgCO₂/m²



Edificio objeto

Demanda de calefacción (kWh/m ²)	154.9	E
Demanda de refrigeración (kWh/m ²)	22.4	D
Emisiones de calefacción (kg CO ₂ /m ²)	3.2	A
Emisiones de refrigeración (kg CO ₂ /m ²)	3.7	C
Emisiones de ACS (kg CO ₂ /m ²)	0.3	A

Ilustración 10: Calificación energética de la vivienda con caldera de biomasa (pellets)

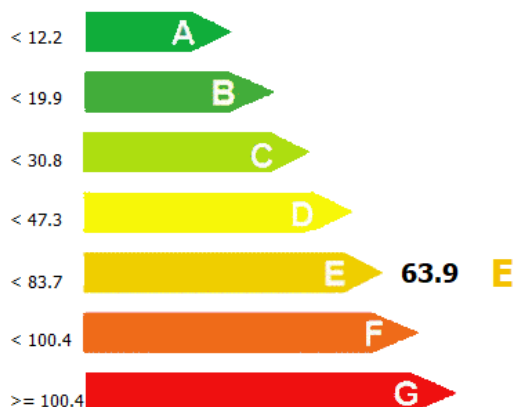
Se obtiene una calificación energética de la vivienda de A, al considerarse las emisiones de CO₂ como neutras al ser un combustible natural que se regenera. No obstante, la demanda de calefacción en esta vivienda sigue siendo alta, por lo que no debería ser considerada como una vivienda de consumo casi nulo. Al no tener equipo de refrigeración, apenas contribuye a las emisiones de CO₂

Gasoil

Se considera mantener el combustible que se está usando actualmente y sustituir la caldera por una más moderna de condensación, con un mejor aislamiento y más eficiente. Se considera esta opción por ser la de menor coste inicial al ser únicamente sustituida la caldera, sin embargo, el impacto ambiental será mayor que cualquiera de las otras opciones.

Calificación energética de edificios

Indicador kgCO₂/m²



Edificio objeto

Demanda de calefacción (kWh/m ²)	154.9	E
Demanda de refrigeración (kWh/m ²)	22.4	D
Emisiones de calefacción (kg CO ₂ /m ²)	54.6	E
Emisiones de refrigeración (kg CO ₂ /m ²)	3.7	C
Emisiones de ACS (kg CO ₂ /m ²)	5.6	E

Ilustración 11: Calificación energética de la vivienda con una nueva caldera de gasoil

Las emisiones de la nueva caldera de gasoil son menores que la antigua, Se mantiene la categoría E, pero las emisiones descienden de 67.5 a 63.9 kgCO₂/m². A pesar de estar en la misma categoría que los otros dos combustibles fósiles planteados, las emisiones de CO₂ por metro cuadrado son de aproximadamente 11 kg más.

4.2.2 Aporte de calor para ACS mediante captadores solares

Con la aprobación del Código Técnico de Edificación (CTE) en 2006, se hace obligatoria una contribución solar mínima de agua caliente sanitaria. Al ser la construcción de esta vivienda anterior a la aprobación de dicho documento carece de captadores solares.

Los captadores van a ser dimensionados para el 70% de la demanda de ACS de la vivienda, esto es 140 litros de agua al día (según las tablas 4.1 y 4.2 del CTE DB-HE-4). El motivo por el que no se dimensiona para el 100% en invierno es debido a que no se puede superar el 110% de la demanda en verano ni el 100% durante más de tres meses según el CTE-DB-HE-4, debido a la mayor irradiación solar y temperaturas durante los meses de verano.

Se va a considerar la instalación de captadores solares junto con la caldera de condensación de propano ya que las emisiones de la caldera de condensación de gasoil que han sido estudiados en el apartado anterior son muy superiores a la de propano, y en el caso de la caldera de biomasa no tendría ningún efecto en la calificación energética. De la misma manera, se deberá instalar una caldera que sea compatible con el uso de captadores solares, que funcionara de forma auxiliar si no se alcanza una temperatura superior a los 60°C en el acumulador.

Los captadores y el sistema de acumulación escogidos es un kit para ACS del fabricante SAUNIER DUVAL, el modelo HELIOSET PR 150 T, recomendado por el fabricante para una vivienda de estas características.

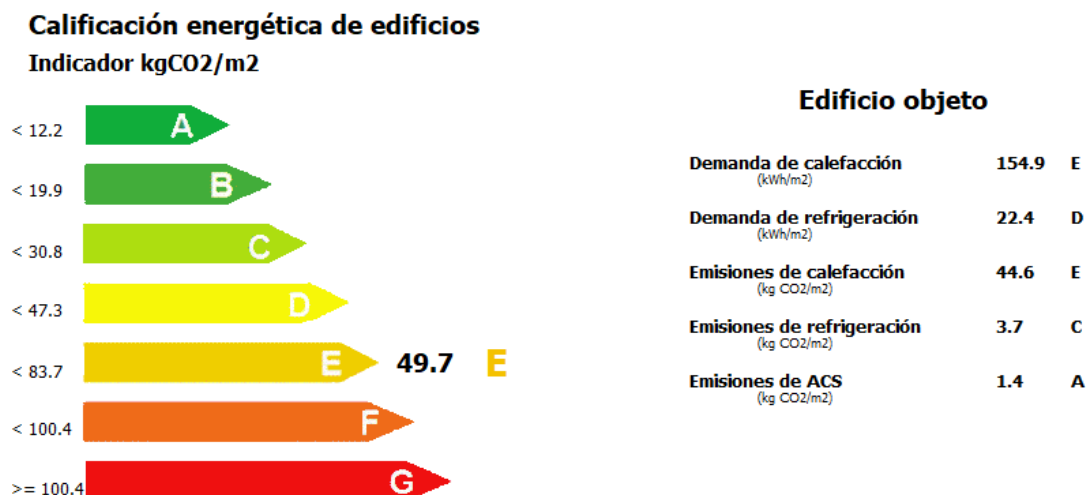


Ilustración 12: Calificación energética de la vivienda con captadores solares para ACS

Mediante los captadores solares se consigue que las emisiones por el ACS desciendan a cero. La calificación energética se mantiene en E, con un descenso en las emisiones totales de 52.9 a 49.7 kgCO₂/m².

4.2.3 Aporte de calor para calefacción mediante una estufa de leña (biomasa)

Las estufas de leña han sido utilizadas tradicionalmente para calefacción en las viviendas desde antes del descubrimiento de la electricidad. Al ser alimentadas por un combustible renovable de origen natural las emisiones de CO₂ se consideran neutras para el cálculo del certificado energético.

Resulta complicada su implementación en una vivienda de tipo apartamento por el amplio espacio necesario para el almacenamiento de la leña, no obstante, en el caso de una vivienda unifamiliar aislada resulta fácil disponer del espacio necesario de almacenaje.

Se considera instalar dicha estufa en el hall de entrada, debido a su situación céntrica en la vivienda de esta forma puede calentar dicha estancia (de 18.9 m²), además de aportar calor a las estancias aledañas, así como también al dormitorio de la planta superior, al ser el hall una habitación de doble altura comunicado con éste.

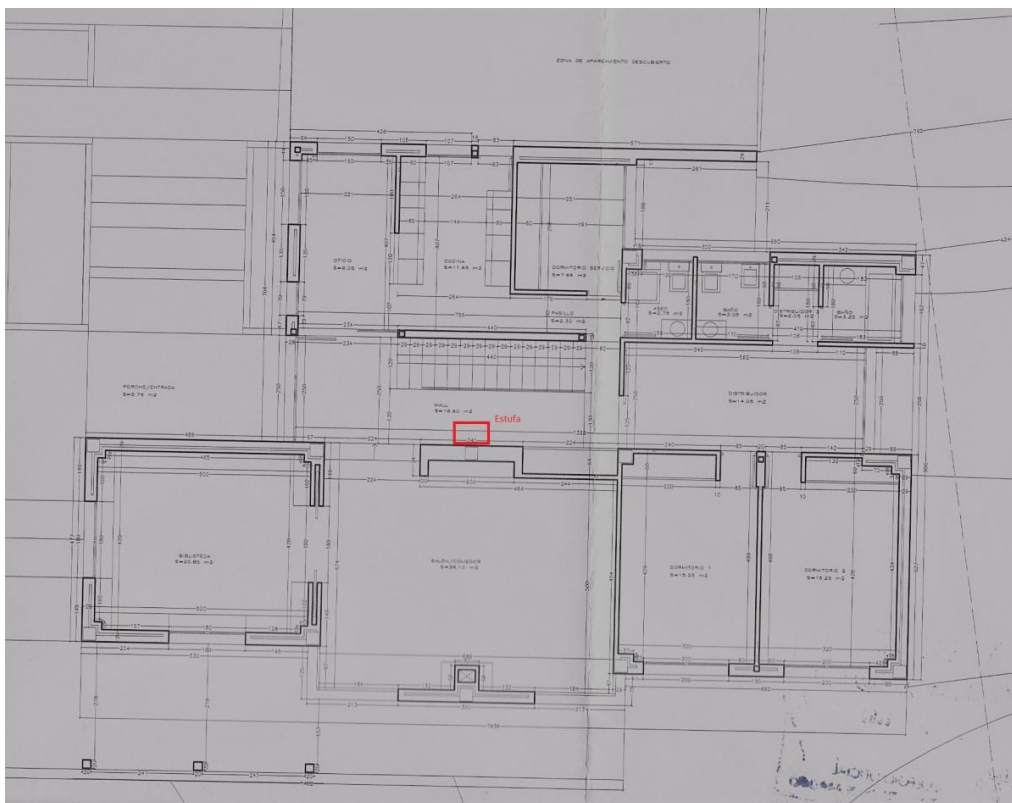


Ilustración 13: Plano de situación de la estufa de leña

Mediante el uso de termostatos regulables se puede controlar el aporte de calor de la caldera principal de la vivienda a las estancias pudiéndose interrumpir el uso de la calefacción por suelo radiante cuando se supera una temperatura predeterminada en el termostato. En este caso, la estufa de leña sería la responsable de calentar dicha zona de la vivienda.

Como el programa CE3X no permite que el área total sobre el que los diferentes equipos de calefacción actúan sea mayor que el área total de la vivienda, se va a suponer que el área del hall de entrada y un 15% de las habitaciones conectadas con dicho hall serán calentadas únicamente por la estufa de leña. Esto suma una superficie total de 33.2 m^2 , lo que supone un 15.8% de la superficie útil total de la vivienda.

Se va a calcular la calificación energética en conjunto con la caldera de propano, ya que en el caso de la caldera de biomasa no tendría ningún efecto.

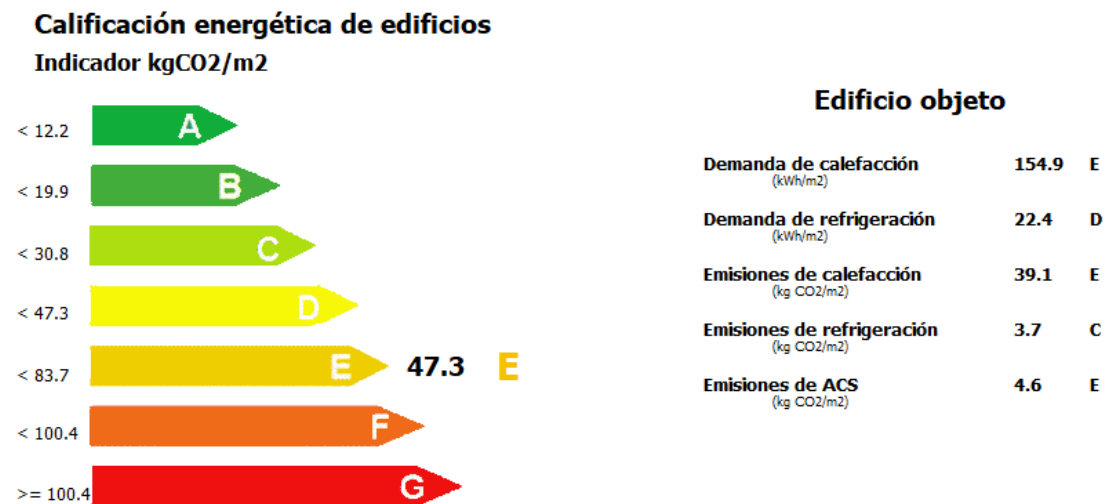


Ilustración 14: Calificación energética de la vivienda con estufa de leña

Las emisiones de CO₂ disminuyen de 52.9 a 47.3 kgCO₂/m². Conserva por tanto la categoría E pero se encuentra más cerca de la categoría D.

4.2.4 Reacondicionamiento de la chimenea ubicada en el salón

Esta mejora será combinada con la estufa de leña del apartado 4.2.3.

El salón de la vivienda posee una chimenea abierta, actualmente en desuso, que se plantea ser reacondicionada con una chimenea tipo cassette ubicada en el hueco de la chimenea actual, lo que permitiría que la chimenea tuviera un uso más continuado y eficiente.

Al ser combinada con la estufa del apartado 4.2.3. elevaría el área que se calienta mediante combustibles renovables de 33.2 a 65.4 m² en la vivienda, lo que supone un 31% de la superficie útil de la vivienda. Para este cálculo se supone el mismo área de incidencia de la estufa de leña del apartado 4.2.3 pero con un 100% del área del salón.

Se va a calcular el certificado energético en combinación con la caldera de Propano-GLP al igual que el apartado anterior

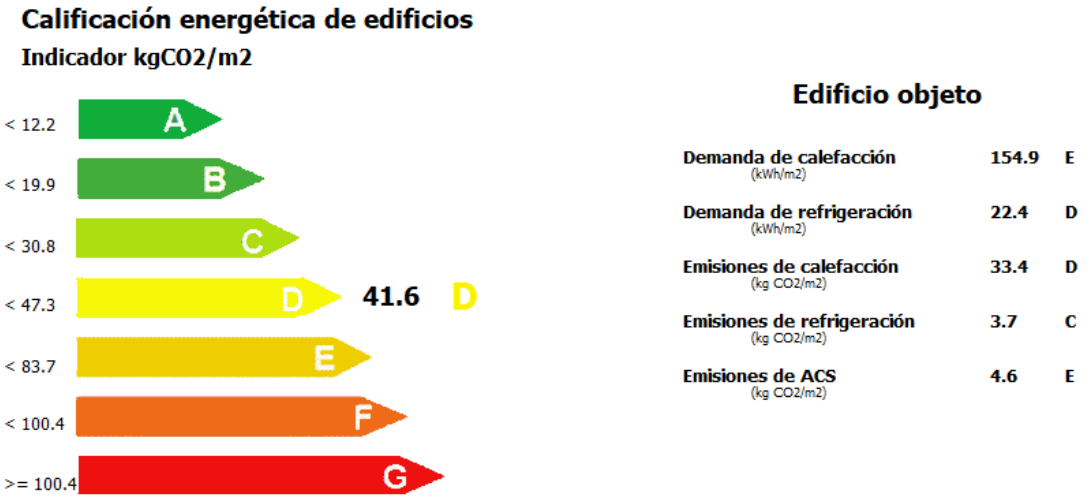


Ilustración 15: Calificación energética de la vivienda con hogar tipo cassette y estufa de leña

El indicador de emisiones de CO₂ desciende de 52.9 a 41.6 kgCO₂/m², mejorando la categoría de la E a la D

4.3 Nueva calificación energética y análisis de mejoras

4.3.1 Categoría D

Mediante la combinación de la caldera de condensación de propano, la estufa de leña y la mejora del aislamiento del suelo se consigue elevar la categoría de la vivienda de E a D.

El Documento del certificado energético de esta combinación de mejoras se adjunta en el anexo C.

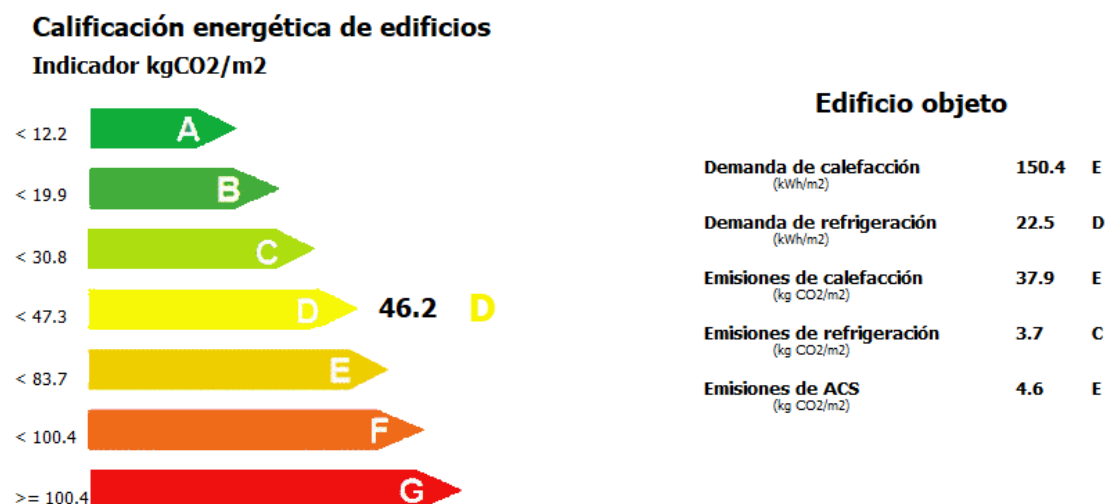


Ilustración 16: Calificación energética de la vivienda de categoría D

Se consigue un descenso de las emisiones de 67.5 a 46.2 kgCO₂/m², consiguiendo la categoría D.

4.3.2 Categoría C

Mediante la combinación de las siguientes mejoras se consigue la categoría C:

- Aislamiento de la partición inferior
- Caldera de condensación GLP-Propano
- Estufa de leña Hall entrada
- Mejora del aislamiento en las cubiertas superiores
- Instalación de dobles ventanas en toda la vivienda
- Cassette chimenea del salón
- Captadores solares para ACS para el 70% de la demanda en invierno

Las tres primeras mejoras corresponden a las mejoras de la vivienda de categoría D, las cuatro siguientes mejoras son aplicadas para elevar la categoría del certificado energético de la D a la C.

El documento del certificado energético de esta combinación de mejoras se adjunta en el Anexo D.

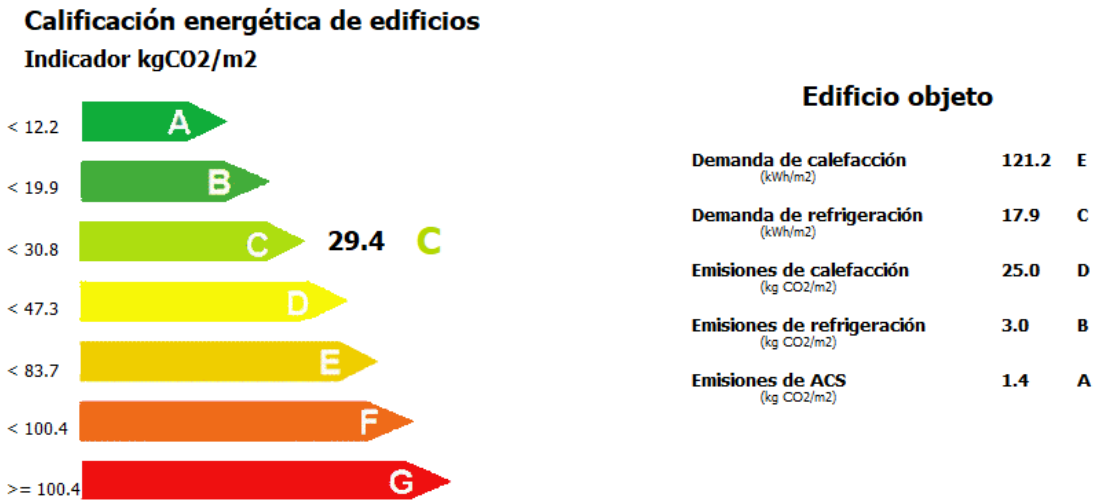


Ilustración 17: Calificación energética de la vivienda de categoría C

El indicador de emisiones de CO₂ es de 29.4 kgCO₂/m², lo que otorga una calificación de C.

4.3.3 Categoría A

La categoría A se consigue mediante el uso de la caldera de biomasa, al ser la única caldera para calefacción y ACS, y carecer la vivienda de sistema de refrigeración, las emisiones de CO₂ no renovables son prácticamente nulas. No resulta necesario añadir ninguna mejora más para alcanzar la categoría.



Ilustración 18: Calificación energética de la vivienda de categoría A

El indicador de CO₂ es de 7.2 kgCO₂/m², lo que otorga a la vivienda la categoría A.

7. Estudio y viabilidad económica

5.1. Cálculo económico actual

El consumo de energía primaria de calefacción 219.31 kWh/m² anuales, según el certificado energético de la vivienda actual (Anexo B). Esto hace un total de 46,094.58 kWh anuales. Para calcular el coste anual de gasoil teórico se usa la siguiente expresión:

$$\text{Coste anual [€]} = \frac{\text{Consumo por m}^2 \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right] * \text{Superficie util}[\text{m}^2]}{\text{Energía gasoil}[\text{kWh/l}]} * \text{Precio gasoil}[\text{€/l}]$$

La capacidad calorífica del gasoil es de 9.96 kWh/l, por lo que se necesitan un total de 4,627.97 litros anuales para mantener una temperatura de confort en toda la vivienda.

Al precio actual de 0.73 €/l supone un coste anual de 3,378.42€ anuales solo en calefacción

	Consumo anual/m ² [kWh/m ²]	Consumo anual [kWh]	Consumo [l]	Coste [€]
Calefacción Gasoil	219,31	46094,58	4627,97	3378,42
ACS Gasoil	22,42	4712,24	473,12	345,37
Total	241,73	50806,81	5101,09	3723,79

Superficie útil [m ²]	Energía gasoil [kWh/l]	Precio [€/l]
210,18	9,96	0,73

Tabla 6: Consumo anual de la caldera actual

El consumo de energía primaria para ACS según el certificado energético de la vivienda actual (Anexo B), supone 22.42 kWh/m² anuales. Por lo que el coste anual es de 345.37€

En total el coste anual de calefacción y ACS de la vivienda asciende a un total 3723.79€ anuales

5.2. Categoría D

Coste de las mejoras

Para la mejora del aislamiento del cerramiento inferior, se necesita aislar una superficie de 197.2m² que corresponde a la superficie construida de la planta inferior. El aislante elegido se entrega en rollos de 21 m² con un ancho de 1750mm por 12 metros de largo, por lo que serán necesarios 10 rollos de aislamiento. Este aislamiento será instalado mediante tacos de sujeción para aislamiento de 90mm de longitud, al ser necesarios 4 tacos por metro cuadrado hace un total de 788 tacos de sujeción.

Las uniones entre rollos deben ser rematadas con cinta metalizada, así como las cabezas de los tacos. Para esto serán necesarios 10 rollos de cinta metalizada a un coste unitario de 8.9€

La instalación del aislamiento no resulta compleja debido a que ya existe acceso a la zona donde se va a realizar la obra.

	Precio unitario	Total uds.	Precio [€]
Rollo aislante 50mm	65,95	10	659,5
Tacos fijación 90mm	0,12	788	94,56
Cinta metalizada	8,9	10	89
Mano de obra	300	1	300
Precio total			1143,06

Tabla 7: Coste de instalación del aislamiento inferior

Por tanto el coste total de la instalación del aislamiento del cerramiento inferior asciende a 1143.06€.

	Precio unitario	Total uds.	Precio [€]
Caldera de propano	1449	1	1449
Instalación caldera	365	1	365
Precio total			1814

Tabla 8: Coste de instalación de la caldera de propano

El coste de instalación de la caldera de propano asciende a 1814€, no obstante esto incluye únicamente el coste de instalación de la caldera y no del depósito. En el caso de ser usado un depósito de alquiler, los costes de instalación del depósito correrían a cargo de la distribuidora del gas. Si se usan bombonas no es necesaria más obra o instalación.

	Precio unitario	Total uds.	Precio [€]
Estufa de leña modelo Panadero Castilla	379	1	375
Mano de obra y varios	550	1	550
Precio total			925

Tabla 9: Coste de instalación de la estufa de leña

Para la instalación de la estufa de leña, solo es necesario colocar el tiro de la chimenea hasta el techo, ya que su instalación ya fue prevista en el momento de la construcción de la vivienda.

El coste total de las reformas de la vivienda asciende a 3882.06€

Se ha seleccionado un deposito de propano de 4880 litros, que será instalado enterrado, a 3 o más metros de la vivienda. En el precio del depósito están incluidos los accesorios de conexión y la arqueta de acceso al depósito, así como todos los demás accesorios necesarios para su uso.

	Precio unitario	Total uds.	Precio [€]
Depósito homologado de gases licuados del petróleo (GLP), enterrado, de chapa de acero, "REPSOL", de 1200 mm de diámetro y 4650 mm de longitud, con una capacidad de 4880 litros.	4128	1	4128
Zuncho formado por placas de anclaje, tensores, grilletes, cable de acero y protección de yute alquitranado, para depósito de gases licuados del petróleo (GLP), enterrado.	63	1	63
Mano de obra y alquiler de maquinaria			550
Precio total			4741

Tabla 10: Coste de instalación del depósito de propano

El coste total de la instalación del depósito de propano asciende a 4741€, por lo que el coste total de las reformas incluyendo el depósito de propano asciende a 8623.06€.

El Coste total de las mejoras propuestas para la vivienda de categoría queda resumido en la Tabla 11: Resumen de costes de las mejoras propuestas para la categoría D.

	Coste [€]
Aislamiento del cerramiento inferior	1143,06
Caldera de propano	1814
Estufa de leña	925
Deposito de propano	4741
Coste total	8623,06

Tabla 11: Resumen de costes de las mejoras propuestas para la categoría D

Coste anual

El consumo anual de energía primaria no renovable en el caso de la vivienda de categoría D para calefacción y ACS es de 175.14 kWh/m² en el caso de la calefacción y de 21.57 kWh/m² en el caso del ACS, lo que supone un total de 196.71 kWh/m² anuales. Estos resultados se han obtenido del documento de certificación energética para el caso de la vivienda de categoría D, que se adjunta en el anexo C.

El consumo anual de combustible se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Consumo anual [kg]} = \frac{\text{Consumo por m}^2 \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right] * \text{Superficie útil [m}^2]}{\text{Energía [kWh/kg]}}$$

Con ello y con los precios por kg de los combustibles se puede calcular el coste anual de las viviendas con las mejoras propuestas.

	Consumo anual/m2 [kWh/m ²]	Consumo anual [kWh]	Consumo [kg]
Calefacción GLP	175,14	36810,93	3067,58
ACS GLP	21,57	4533,58	377,80
Total	196,71	41344,51	3445,38

Superficie útil [m ²]	Energía GLP [kWh/kg]
210,18	12

Tabla 12: Consumo anual de la caldera de propano de la vivienda C

En cuanto al suministro de propano se pueden elegir distintas alternativas: envasado, a granel con depósito en alquiler y a granel con depósito en propiedad. En el caso de usar propano envasado el coste inicial es prácticamente nulo, tan solo el de retirar la caldera y el depósito antiguo de gasoil. Si se opta por un depósito en régimen de alquiler, el desembolso inicial será pequeño, pero conlleva un contrato de permanencia con la distribuidora del gas y un coste fijo en concepto de alquiler. En el caso de optar por un depósito propio, el desembolso inicial será alto, pero se pueden obtener mejores ofertas por el precio del propano y no tendrá un coste fijo, no obstante es el usuario el encargado del mantenimiento y las revisiones del depósito, que deberá ser contratado a una empresa acreditada.

El precio de las bombonas de propano de menos de 20kg esta regularizado y es de 12.95€ por la bombona de 11 kg. No obstante, debido al alto consumo de la vivienda no resulta practico el uso de bombonas de 11kg ya que serian necesarias 314 bombonas anuales para el abastecimiento de la vivienda. En el caso de la bombona de 35, serian necesarias 99 bombonas anuales. El precio por Kg de este tipo de bombona es más elevado que el de 11kg, costando la bombona 60.40€ por unidad.

No resulta práctico el abastecimiento de la vivienda mediante bombonas de propano, debido a la alta demanda de combustible en la vivienda.

	Bombonas 11kg	Bombonas 35kg	Granel depósito propio	Granel depósito alquilado
Consumo [kg]	3067,58	3067,58	3067,58	3067,58
Bombonas necesarias	313,22	98,44	-	-
Coste anual [€]	4056,15	5245,73	5168,06	8613,44

Precio Bombona 11kg [€/11kg]	Precio Bombona 35 kg [€/35kg]	Precio granel depósito propio [€/kg]	Precio granel depósito alquilado [€/kg]
12,95	60,4	1,5	2,5

Tabla 13: Coste anual de la caldera de propano de la vivienda de categoría D

Debido a los precios actuales del gas Propano/GLP y el gasoil, esta mejora no resulta amortizable, no obstante, podría ser interesante en el futuro en el caso de que los precios varíen.

El coste total anual asciende a 5168.06€ en el caso de contar con un depósito propio y a 8613.44€, en el caso de tener un depósito en régimen de alquiler. La opción del depósito propio resulta más atractiva, aunque conllevaría un coste anual adicional en concepto de mantenimiento y revisiones de depósito, este coste supone 450€ durante los 10 primeros años (45€ anuales).

El consumo de energía de la estufa de leña no sale reflejado en el documento del certificado energético al ser un combustible renovable de origen natural, pero se puede calcular el consumo mediante la demanda de calefacción de la vivienda en el caso de la vivienda de categoría D, el área sobre el que incide dicha estufa y su rendimiento proporcionado por el fabricante. Al no tener ningún sistema de transmisión de calor más que la convección sobre la propia estufa, ya se encuentra ubicada en el área que va a calentar, los cálculos resultan más sencillos que los de la caldera principal.

	Demanda anual calefacción [kWh/m ²]	Demanda anual [kWh]	Consumo anual [kWh]	Consumo [kg]	Coste anual [€]
Estufa leña	150,4	4993,28	7133,26	1320,97	211,36

Área estufa [m ²]	Rendimiento estufa	Energía leña [kWh/kg]	Precio leña [€/kg]
33,2	0,7	5,4	0,16

Tabla 14: Coste anual de la estufa de leña de la vivienda de categoría D

Se obtiene un consumo anual de 1320.97 kg de leña anuales, lo que supone un precio de 211.36€ anuales.

No resulta posible la amortización de las mejoras instaladas debido al mayor precio del propano respecto al gasoil utilizado en la caldera anterior.

5.3. Categoría C

Coste de las mejoras

La categoría C comprende las mejoras aplicadas en la vivienda de categoría D, además de algunas mejoras adicionales. En el caso de la caldera de Propano, deberá ser seleccionada una caldera que sea compatible con el uso de un acumulador solar para ACS, por tanto no podrá ser una caldera con acumulador propio. El consumo de la vivienda de categoría C es inferior al de la vivienda de categoría D, por lo que el coste anual de la caldera deberá ser recalculado.

Las mejoras adicionales respecto a la vivienda de categoría D son Mejora del aislamiento en las cubiertas superiores, instalación de dobles ventanas en toda la vivienda, cassette chimenea del salón y captadores solares para ACS para el 70% de la demanda en invierno

La instalación del aislamiento en la cubierta superior resulta más compleja que la instalación del aislamiento de la cubierta inferior, ya que no existe un acceso a la cubierta superior. Para poder realizar la instalación del aislamiento será necesario retirar parte de las tejas y realizar una serie de accesos en el tablero que sustenta el tejado.

	Precio unitario [m ²]	Total [m ²].	Precio [€]
Aislamiento	3,14	197	618
Mano de obra y varios	60	197	11820
Precio total			12438

Tabla 15: Coste de instalación del aislamiento en la cubierta superior

El coste de esta mejora es bastante elevado debido a la necesidad de retirar el tejado y volver a instalarlo, no obstante la adición de aislamiento no supondría un incremento muy grande del coste en el caso de que fueran necesarias efectuar reformas en el tejado de la vivienda por un motivo distinto.

Las ventanas actuales de la vivienda están instaladas en la cara interior de los huecos de las ventanas, por lo que resulta posible la instalación de la segunda ventana sin tener que remplazar las ventanas actuales, lo que aumentaría los costes de forma considerable.

	Precio unitario	Total uds.	Precio [€]
Ventana corredera de aluminio, 3 hojas 180x180 Lacado Nogal	1429	1	490
Ventana corredera de aluminio, 2 hojas 80x180 Lacado Nogal	889	1	889
Ventana corredera de aluminio, 3 hojas 150x180 Lacado Nogal	1138	2	2276
Ventana corredera de aluminio, 2 hojas 100x180 Lacado Nogal	762	1	762
Ventana corredera de aluminio, 2 hojas 120x180 Lacado Nogal	827	1	827
Ventana corredera de aluminio, 3 hojas 250x180 Lacado Nogal	1492	1	1429
Ventana corredera de aluminio, 2 hojas 160x130 Lacado Nogal	956	1	956
Ventana corredera de aluminio, 3 hojas 180x130 Lacado Nogal	1021	3	3063
Ventana corredera de aluminio, 3 hojas 200x130 Lacado Nogal	1290	2	2580
Ventana corredera de aluminio, 2 hojas 150x130 Lacado Nogal	924	3	2772
Mano de obra y varios	440	1	440
Precio total			17486

Tabla 16: Coste de instalación de la segunda ventana

El coste total de la instalación de las ventanas asciende a 17486 €.

Para El sistema de captador solar se ha escogido un sistema completo de la marca Saunier Duval con un interacumulador de 150 litros, que funciona en conjunto con la caldera de gas para la producción de ACS.

	Precio unitario	Total uds.	Precio [€]
aptador solar térmico completo, partido, para instalación individual, modelo HELIOSET PR 150 T "SAUNIER DUVAL", formado por un panel SRD 2.3 H, para colocación sobre tejado, montaje horizontal, superficie útil 2,35 m ² , rendimiento óptico 0,782, coeficiente de pérdidas primario 3,227 W/m ² K, coeficiente de pérdidas secundario 0,015 W/m ² K ² , según UNE-EN 12975-2, superficie absorbente y conductos de cobre y cubierta protectora de vidrio de seguridad, con conexiones hidráulicas, e interacumulador de 150 litros, para sistema presurizado, eficiencia energética clase B, con bomba de circulación solar, centralita solar térmica programable, vaina de inmersión para la sonda de temperatura, grupo de seguridad, ánodo de protección de magnesio y limitador de temperatura.	1915	1	1915
Bidón de 10 l de solución agua-glicol para relleno de captador solar térmico, "SAUNIER DUVAL".	45	1	45
Sonda de temperatura para captador solar térmico con conexión a centralita de control para sistema de captación solar térmica, "SAUNIER DUVAL".	20	1	20
Sonda de temperatura para acumulador con conexión a centralita de control para sistema de captación solar térmica, "SAUNIER DUVAL".	25	1	25
Soporte para captador solar térmico de un panel, para colocación sobre cubierta inclinada de teja curva, montaje horizontal, "SAUNIER DUVAL".	75	1	75
Tubería flexible de 15 m de longitud y diámetro nominal 16 mm, con aislamiento térmico, "SAUNIER DUVAL".	390		390
Vaso de expansión, capacidad 18 l, "SAUNIER DUVAL", especial para aplicaciones de energía solar térmica.	75	1	75
Vaso de expansión, capacidad 5 l, "SAUNIER DUVAL", especial para aplicaciones de energía solar térmica.	65	1	65
Mano de obra y varios	500	1	500
Precio total			3110

Tabla 17: Coste de instalación del sistema de captadores solares

El coste total de la instalación de captadores solares asciende a 3110€.

	Precio unitario	Total uds.	Precio [€]
Insert de hierro fundido TJ Zeus	490	1	490
Mano de obra y varios	850	1	850
Precio total			1340

Tabla 18: Coste de instalación del insert del salón

Al ser necesaria la adaptación del hogar actual para la instalación del insert, la instalación de la chimenea de tipo cassette resulta más cara que la de la estufa, además de ser necesaria una instalación eléctrica para los ventiladores.

El coste total de todas las mejoras aplicadas a la vivienda de categoría C es de 43997.06€.

El coste total de las mejoras para obtener la calificación C queda resumida en la Tabla 19: Resumen de las mejoras propuestas a la vivienda de calificación C.

	Coste [€]
Aislamiento del cerramiento inferior [Categoría D]	1143,06
Caldera de propano [Categoría D]	1814
Estufa de leña [Categoría D]	925
Deposito de propano [Categoría D]	4741
Aislamiento de la cubierta superior	12438
Instalación de las dobles ventanas	18486
Captadores solares para ACS	3110
Insert de chimenea de hierro fundido	1340
Coste total	43997,06

Tabla 19: Resumen de las mejoras propuestas a la vivienda de calificación C

Coste anual

El consumo anual de energía primaria no renovable en el caso de la vivienda de categoría C para calefacción y ACS es de 115.66 kWh/m² en el caso de la calefacción y de 6.47 kWh/m² en el caso del ACS, lo que supone un total de 122.13 kWh/m² anuales. Estos resultados se han obtenido del documento de certificación energética para el caso de la vivienda de categoría C, que se adjunta en el anexo D. El consumo anual de propano se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Consumo anual}[kg] = \frac{\text{Consumo por m}^2 \left[\frac{kWh}{m^2} \right] * \text{Superficie útil}[m^2]}{\text{Energía [kWh/kg]}}$$

Por tanto:

	Consumo/m2 [kWh/m ²]	Consumo anual [kWh]	Consumo [kg]
Calefacción GLP	115,66	24309,42	2025,78
ACS GLP	6,47	1359,86	113,32
Total	122,13	25669,28	2139,11

Superficie útil [m2]	Energía GLP [kWh/kg]
210,18	12

Tabla 20: Consumo anual de propano de la vivienda de categoría C

En cuanto al coste anual de propano:

	Bombonas 11kg	Bombonas 35kg	Granel deposito propio	Granel deposito alquilado
Consumo [kg]	2025,78	2025,78	2025,78	2025,78
Bombonas necesarias	184,16	57,88	-	-
Coste anual [€]	2384,90	3495,93	3208,66	5347,77

Precio Bombona 11kg[€/11kg]	Precio Bombona 35 kg [€/35kg]	Precio granel depósito propio [€/kg]	Precio granel depósito alquilado [€/kg]
12,95	60,4	1,5	2,5

Tabla 21: Coste anual de propano de la vivienda de categoría C

El coste anual de la estufa y el cassette del salón se calculan de la misma manera que en la vivienda de categoría D del apartado 5.2. La demanda de calefacción varia debido a las mejoras en el aislamiento y el área de efecto de la estufa es menor debido a que no se contabiliza la parte de la superficie del salón que en el caso de la vivienda C corresponde a la chimenea del salón.

	Demanda anual calefacción [kWh/m ²]	Demanda anual [kWh]	Consumo anual [kWh]	Consumo [kg]	Coste anual [€]
Estufa leña	121,2	3551,16	5073,09	939,46	150,31
Cassette Salón	121,2	4375,32	5335,76	988,10	158,10

	Área de efecto	Rendimiento	Energía leña [kWh/kg]	Precio leña [€/kg]
Estufa leña	29,3	0,7	5,4	0,16
Cassette Salón	36,1	0,82	5,4	0,16

Tabla 22: Consumo y coste anual de leña de la vivienda de categoría C

El coste anual de leña para las estufas y el cassette del salón asciende a 308.41€, siendo necesarios 1927.56 kg de leña anuales.

Para calcular el tiempo de retorno de la inversión (en años) se usa la siguiente expresión:

$$\text{Tiempo de retorno(años)} = \frac{\text{Coste de las mejoras propuestas}}{\text{Coste anual original} - \text{Coste anual tras las mejoras}}$$

El coste anual asciende a 3517.07€, que respecto a los 3723.79€ de coste anual de la vivienda original, resulta prácticamente imposible la amortización de las mejoras, ya que a 206.72€ anuales son necesarios 208 años para amortizar las mejoras.

5.4. Categoría A

Coste de las mejoras

En la categoría A se sustituye la caldera de la vivienda por una caldera de biomasa densificada en forma de pellets, de esta forma el consumo anual de energía primaria no renovable de la vivienda es prácticamente cero. Para la estimación del consumo y el coste anual de la caldera de biomasa se van a utilizar los consumos de la caldera de gasoil, ya que el informe no genera los consumos de la caldera de biomasa al ser su consumo de energía primario de origen renovable.

El coste de una caldera de estas características es superior al de una caldera de combustibles fósiles, además es necesario la instalación de un depósito de acumulación para ACS, ya que en las calderas de biomasa del tamaño adecuado para una vivienda unifamiliar no es posible generar ACS de forma instantánea. Un depósito acumulador permitiría amortiguar la diferencia entre la demanda y el suministro de calor entre la vivienda y la caldera, ya que las condiciones de operación de una caldera de biomasa son menos elásticas que las de una caldera de GLP o gasóleo.

	Precio unitario	Total uds.	Precio [€]
Caldera de pellet Hergom Gredos 30s Tolva 1500L con Encendido	5090,00	1	5090,00
Interacumulador Saunler Duval FEW 300 MR	856,62	1	856,62
Mano de obra y varios	1000	1	1000
Precio total			6946,62

Tabla 23: Coste de instalación de la caldera de biomasa

La caldera escogida cuenta con un sistema de encendido automático y una tolva de 1500 litros de capacidad, lo que equivaldría aproximadamente a una tonelada de pellets. Según el consumo anual de la caldera sería necesario rellenar la tolva 10 veces al año. En caso de ser necesario, podría ser instalado un depósito adicional con un tornillo sinfín para abastecer el depósito de la caldera, pero no va a ser contemplado en este estudio.

Coste anual

Al tratarse de una caldera de combustible renovable el certificado energético no contabiliza el consumo de dicha caldera en el indicador de consumo anual de energía primaria no renovable. No obstante se puede hacer una estimación del consumo anual utilizando una caldera de un combustible no renovable para obtener un valor de consumo de energía, que en este caso es de 219,31 kWh/m².

Para calcular el coste anual de la caldera de biomasa se usa la siguiente expresión:

$$\text{Coste anual [€]} = \frac{\text{Consumo por m}^2 \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right] * \text{Superficie útil [m}^2]}{\text{Energía biomasa [kWh/kg]}} * \text{Precio [€/kg]}$$

	Consumo/m ² anual [kWh/m ²]	Consumo anual [kWh]	Consumo [kg]	Precio [€]
Calefacción Biomasa	219,31	46094,58	9407,06	2372,93
ACS Biomasa	22,42	4712,24	961,68	242,58
Total	241,73	50806,81	10368,74	2615,51

Superficie útil [m ²]	Energía pellet [kWh/kg]	Precio [€/kg]	Precio tn (pallet)
210,18	4,9	0,25225	252,25

Tabla 24: Consumo y coste anual de la caldera de biomasa

El coste anual respecto a la caldera original es inferior, por lo que esta mejora si resulta amortizable, al contrario que la caldera de propano. El coste anual de la caldera de gasoil actual es de 3723.79€ frente a los 2615.51€ de la caldera de pellet contemplada, lo que significa un ahorro anual de 1108.28€. El tiempo de retorno de la inversión se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Tiempo de retorno(años)} = \frac{\text{Coste de las mejoras propuestas}}{\text{Coste anual original} - \text{Coste anual tras las mejoras}}$$

El coste de la caldera de biomasa quedaría amortizado en menos de 7 años, suponiendo que los precios de los combustibles se mantienen estables. El caso más probable es el de la subida del precio del gasóleo, mientras que los precios de la biomasa se han mantenido o bajado ligeramente en los 5 años anteriores, por lo que la caldera podría quedar amortizada en un tiempo menor.

6. Conclusiones

Tras finalizar este proyecto de estudio, resulta muy complicada la mejora energética de una vivienda relativamente nueva y que esta mejora sea rentable. El precio de las obras de mejora de la envolvente resulta ser bastante elevado para el impacto que produce, por lo que su amortización es difícil.

Uno de los puntos que más penaliza las emisiones de la vivienda actual es la caldera de gasoil, que en el caso de no poder disponer de gas natural canalizado, es una de las opciones más económicas para aportar calefacción a una vivienda.

Mediante el uso de fuentes de calor de origen renovable se consigue un gran impacto en el certificado energético, especialmente en el caso de la biomasa, considerada de emisiones neutras para el cálculo del certificado energético por su origen natural y renovable.

Como alternativa a la caldera de gasoil, encontramos las calderas de biomasa en forma de pellet, que al precio actual de dicho combustible resulta una alternativa más económica. Al tratarse de una caldera de combustible renovable y natural, las emisiones se consideran neutras, por ello, al aplicar más mejoras en la vivienda no se produce ninguna variación en el certificado energético. En el caso de no sustituir la caldera de combustible fósil por una de biomasa, el uso de estufas de leña para calefacción resulta una buena medida para la mejora del certificado energético.

7. Bibliografía

Incropera, F. P., & DeWitt, D. P. (1991). *Fundamentos de transferencia de calor*, Cuarta Edición. Mexico: Prentice Hall.

Rey Martínez, F.J., & Velasco Gómez E. (2005). *Bombas de calor y energías renovables en edificios* Madrid: Thompson

Norma Básica de Edificación sobre condiciones térmicas (NBE-CT-79)

DB-HE: Documento básico de ahorro de energía, que forma parte del Código Técnico de Edificación (CTE).

DA DB-HE/1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente. Documento de apoyo al DB-HE/1

Catalogo de elementos constructivos del CTE, Ministerio de Vivienda

Minetad.gob.es (Web del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital)

Idae.es (Web del Instituto para la diversificación y el ahorro de energía)

Consumos para usos y energías del sector residencial, (julio 2017) IDAE

Poderes caloríficos IDAE

INFO IDAE 046 Boletín de precios de biomasa para usos térmicos (2018) IDAE

Leroymerlin.es

Saunierduval.es

Generadordeprecios.info

Propanogas.com

Anexo A: Utilización de la herramienta informática CE3X

La herramienta informática CE3X permite realizar una certificación energética de la vivienda de forma sencilla en cuatro pasos, que están representados en las pestañas inferiores del programa. Estos son los datos administrativos, datos generales, evolvente térmica e instalaciones

A continuación, se va a documentar la obtención de la calificación energética de la vivienda en su estado actual.

Datos administrativos

Necesarios para la realización del informe del certificado energético. Se rellenan los campos con la información pertinente.

CE3X - res: C:\Users\javin\Documents\TFG\Casa actual.cex

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envolve térmica Instalaciones

Localización e identificación del edificio

Nombre del edificio	Vivienda unifamiliar		
Dirección	Puerto de Canencia 7		
Provincia/Ciudad autónoma	Madrid	Localidad	Otro
Referencia Catastral	1		Código Postal 28260
		Galapagar	

Datos del cliente

Nombre o razón social	Javier Rodríguez Olivares		
Dirección	Puerto de Canencia 7		
Provincia/Ciudad autónoma	Madrid	Localidad	Galapagar
Teléfono	999	E-mail	100276999@alumnos.uc3m.es
		Código Postal	28260

Datos del técnico certificador

Nombre y Apellidos	Javier Rodríguez Olivares	NIF	5376751SR
Razón social	JRO	CIF	5376751SR
Dirección	Puerto de Canencia 7		
Provincia/Ciudad autónoma	Madrid	Localidad	Galapagar
Teléfono	999	E-mail	100276999@alumnos.uc3m.es
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Ingeniería Mecánica		
		Código Postal	28260

Datos generales

En esta pestaña se rellenan los datos básicos que definen los valores iniciales para la obtención de la calificación energética. El apartado de normativa vigente determinará los valores predeterminados que el programa usara para poder realizar el modelo.

La ubicación de la vivienda determina la zona climática según el CTE DB-HE-1 y DB-HE-4, lo que establece los baremos de las categorías de la calificación energética. Esto permite comparar la eficiencia energética de distintas viviendas en distintas ubicaciones del territorio español independientemente de su climatología.

La superficie habitable de la vivienda es de 210.18 m², separadas en dos plantas, con una altura libre de 2.5 m. Para ventilación del inmueble el programa establece por defecto un caudal de 0,63 renovaciones por hora, que cumple con lo establecido en el CTE DB-HS-3. La demanda diaria de agua caliente sanitaria se establece mediante las tablas 4.1 y 4.2 del CTE DB-HE-4.

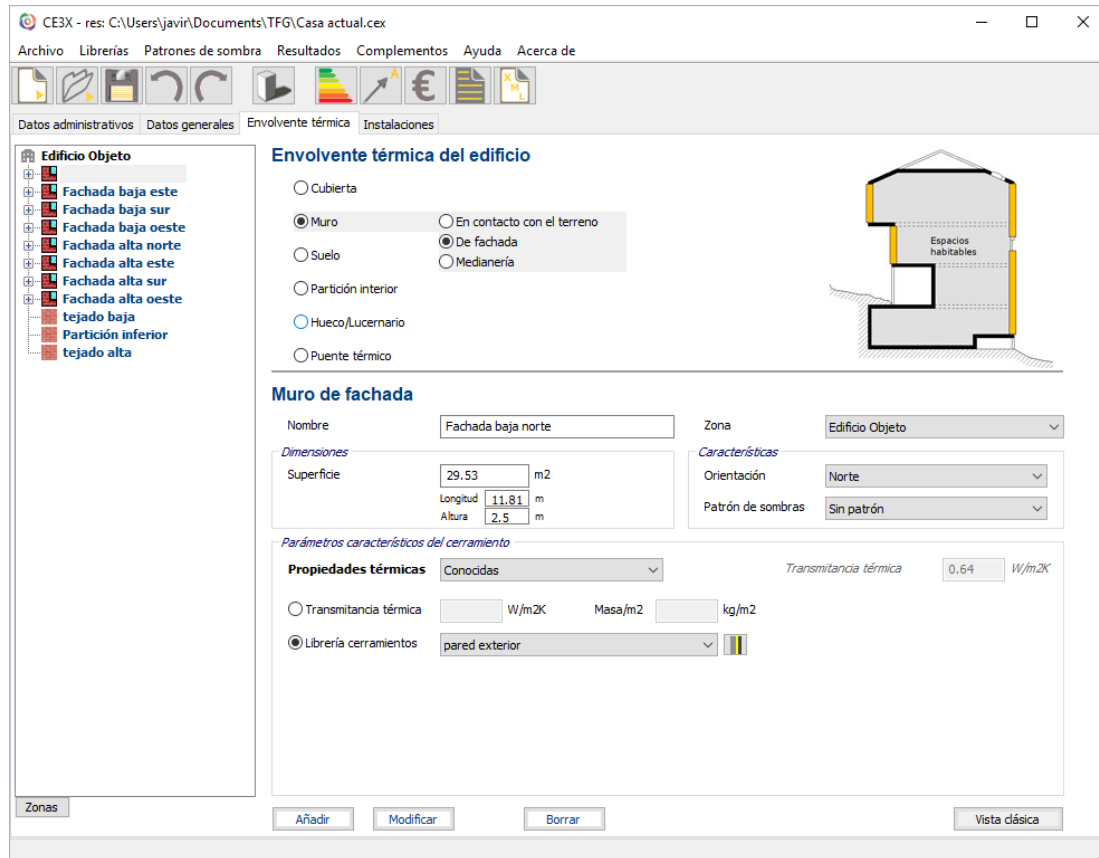
Se adjunta al programa una imagen del edificio (en este caso un plano de planta) y un plano de la situación.

The screenshot shows the CE3X software interface. The title bar indicates the file path: C:\Users\javin\Documents\TFG\Casa actual.cex. The menu bar includes Archivo, Librerías, Patrones de sombra, Resultados, Complementos, Ayuda, and Acerca de. The toolbar contains icons for file operations and simulation. The 'Datos administrativos' tab is active, showing the 'Datos generales' section. In this section, the 'Normativa vigente' is set to 'NBE-CT-79', 'Año construcción' is '2006', 'Tipo de edificio' is 'Unifamiliar', 'Provincia/Ciudad autónoma' is 'Madrid', 'Localidad' is 'Otro' (with 'Galapagar' listed below), and 'Zona climática' is 'D3' (with 'HE-1' and 'HE-4' tabs above it). The 'Definición edificio' section shows 'Superficie útil habitable' as 210.18 m², 'Altura libre de planta' as 2.5 m, 'Número de plantas habitables' as 2, 'Ventilación del inmueble' as 0.63 ren/h, and 'Demanda diaria de ACS' as 140 l/día. The 'Masa de las particiones internas' is set to 'Ligera'. There is a checkbox for 'Se ha ensayado la estanqueidad del edificio' which is unchecked. To the right of the input fields are two images: 'Imagen edificio' (a floor plan) and 'Plano situación' (a map showing the building's location). At the bottom of the 'Definición edificio' section are buttons for 'Imagen edificio' and 'Plano situación'.

Envolvente térmica

En este apartado se definen todos los parámetros de la envolvente térmica del edificio. Es con diferencia el apartado con más cantidad de información y una mayor cantidad de variables para poder modelar todos los tipos de vivienda existentes.

Para definir la envolvente primero se definen todos los muros de fachada, con la longitud total, la altura y la orientación.



Al conocer la composición de los muros de fachada por el proyecto se pueden definir las propiedades térmicas del cerramiento creando una entrada en la librería de cerramientos. Las paredes están compuestas por una capa exterior de ladrillo métrico de medio pie, 5 cm de aislante y una capa interior de ladrillo hueco doble puesto a tabicón. Al no conocer el tipo de aislante colocado se escoge el que tenga la mayor transmitancia de los aislantes de la lista. Al seleccionar éste cerramiento en la pestaña de envolvente térmica se consigue una transmitancia térmica de 0.64 W/m2K.

Cerramientos

BD cerramientos

Cerramientos del Proyecto

pared exterior

Librería de cerramientos

Nombre

pared exterior

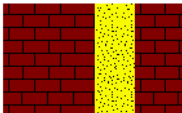
Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m2 K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m3)	C_p (J/kgK)
1/2 pie LP métrico o c...	Fábricas de ladrillo	0.172	0.115	0.667	1140	1000
EPS Poliestireno Expa...	Aislantes	1.087	0.05	0.046	30	1000
Tabicón de LH doble ...	Fábricas de ladrillo	0.139	0.06	0.432	930	1000

↑

↓



$R1 + \dots + Rn$

1.4 m2K/W

Características del material

Grupo de materiales

Material

Espesor

m

λ

W/mK

ρ

kg/m3

Calor específico

J/kgK

Añadir

Modificar

Borrar

Limpiar campos

Cargar al proyecto

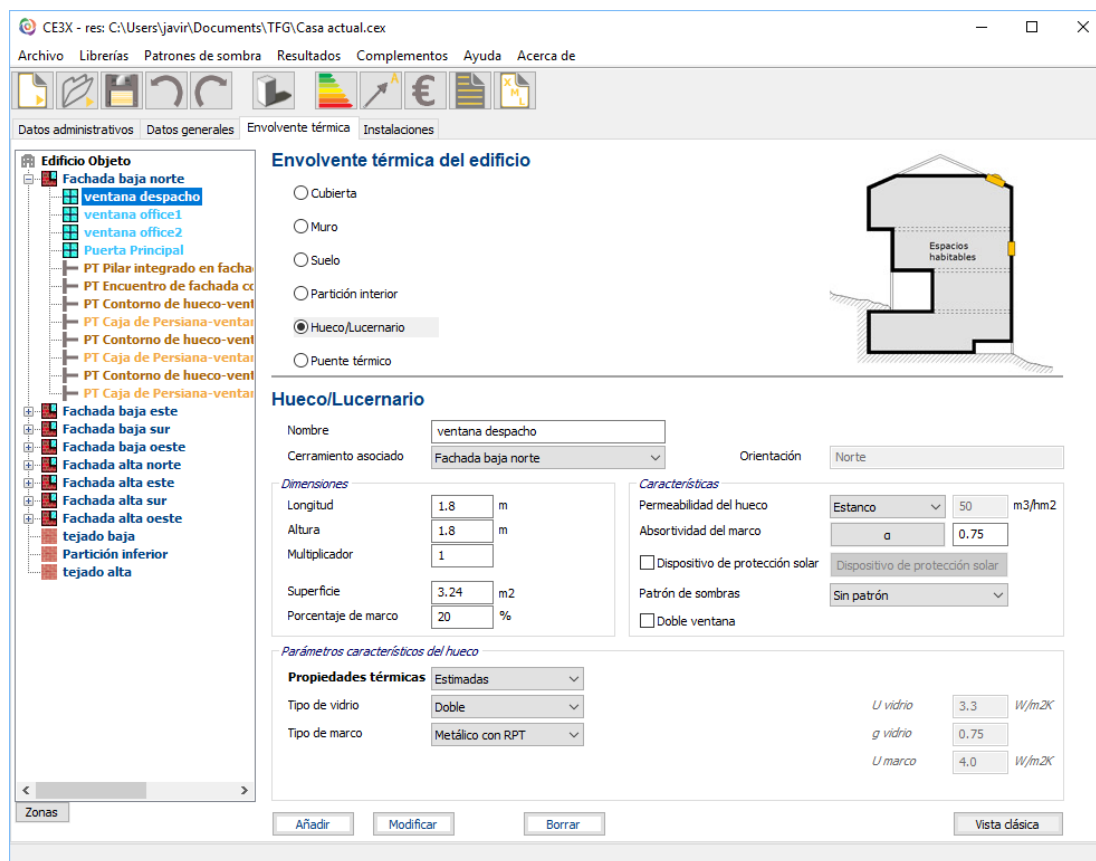
Guardar cerramiento

Modificar cerramiento

Borrar cerramiento

En el caso del suelo de la primera planta existe un sótano semienterrado en toda la planta de la vivienda, la altura de dicho sótano es variable a lo largo de la planta, pero tiene una altura media de 1 metro. La estructura del suelo de la vivienda es de forjado unidireccional con entrevigado de bovedillas cerámicas, sobre el que hay una capa de mortero de cemento y el suelo de baldosa de gres porcelánico.

Una vez definidos los cerramientos es necesario definir las ventanas y puertas. Para ello se añade un hueco o lucernario en la fachada correspondiente, se introducen las medidas correspondientes de dicha ventana en el cuadro de dimensiones. En los parámetros característicos del hueco se define el tipo de vidrio y de marco de la ventana, en este caso el vidrio de la ventana es doble y el marco es metálico con puente térmico. Se considera la permeabilidad del hueco como estanco y la absortividad como 0.75 al ser de color marrón medio. En el caso de las puertas se consideran, según el manual del CE3X, como ventanas con un 100% de marco en el caso de no tener ningún tipo de acristalamiento.



Por último, se cargan al modelo los puentes térmicos por defecto y se selecciona de la librería el que coincida con los presentes en la vivienda, estos son:

- Los pilares integrados en la fachada son de tipo chapado exterior y revestido en el interior por lo que tienen una transmitancia de 0.83 W/mk.
- El encuentro entre fachada y forjado es de tipo enchapado, por lo que tiene una transmitancia de 1.1 W/mk
- Los contornos de los huecos de ventana están rodeados con ladrillo visto con las ventanas enrasadas con la parte interior de la pared, por lo que se puede considerar Carpintería enrasada interior Cerramiento varía doblar la hoja ext. conformando el contorno, por lo que tiene una transmitancia de 0.36 W/mk.
- Las cajas de persiana carecen de aislamiento, por lo que la transmitancia es de 2.1W/mk

Instalaciones

En este apartado se definen las instalaciones de calefacción, agua caliente sanitaria (ACS) y refrigeración en el caso de que la haya. En primer lugar se determina el tipo de instalación del edificio, en el caso de la vivienda actual equipo mixto de calefacción y ACS. En las características se selecciona el tipo de caldera y el tipo de combustible. La potencia nominal de la caldera es de 24kw.

La carga media real (β_{cmb}) se puede calcular mediante la expresión, según el apartado 4.2.1 del Manual de fundamentos técnicos de calificación energética de edificios existentes CE3X:

$$\beta_{cmb} = \frac{V_{del} * H_x}{\phi_{cmb} * t_{gen}}$$

Donde:

- V_{del} es el consumo real de combustible, 3000 litros anuales
- H_x es el poder calorífico de dicho combustible, en el caso de gasoil para calefacción son 9.96 kwh/l
- ϕ_{cmb} es la potencia nominal del sistema generador, que son 24kw
- t_{gen} es el tiempo de operación de la instalación en horas al año, aproximadamente 12 horas al día durante 5 meses, 1800 horas

En caso de que estos valores no se conozcan el programa utiliza por defecto el valor 0.2. En el caso de esta vivienda, al conocer los valores se obtiene un valor de carga media real de 0.69

El rendimiento de combustión es propio de la caldera, en este caso un 90%. La demanda cubierta en este caso es del 100% del área de la vivienda, al no existir otros equipos de calefacción diferentes.

La caldera actual posee un acumulador para el ACS de 110 litros, con un aislamiento de poliestireno de 5 centímetros de espesor.

CE3X - res: C:\Users\javi\Documents\TFG\Casa actual.cex

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envoltente térmica Instalaciones Calificación Energética

Edificio Objeto
Calefacción y ACS

Instalaciones del edificio

☐ Equipo de ACS ☐ Contribuciones energéticas

☐ Equipo de sólo calefacción

☐ Equipo de sólo refrigeración

☐ Equipo de calefacción y refrigeración

☒ Equipo mixto de calefacción y ACS

☐ Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

Equipo mixto de calefacción y ACS

Nombre: Calefacción y ACS Zona: Edificio Objeto

Características

Tipo de generador: Caldera Estándar

Tipo de combustible: Gasóleo-C

Demanda cubierta

	ACS	Calefacción
Superficie (m2)	210.18	210.18
Porcentaje (%)	100	100

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional: Estimado según Instalación

Potencia nominal: 24.0 kW

Carga media real fcomb: 0.2 ?

Rendimiento de combustión: 90.0 %

Rendimiento medio estacional (ACS y Calefacción): 66.0 %

Aislamiento de la caldera: Antigua con aislamiento medio

☒ Con Acumulación

Valor UA: Estimado

Volumen de un depósito: 110 l

Tipo de aislamiento: Poliestireno

Multiplicador: 1

Espesor: 0.05 m

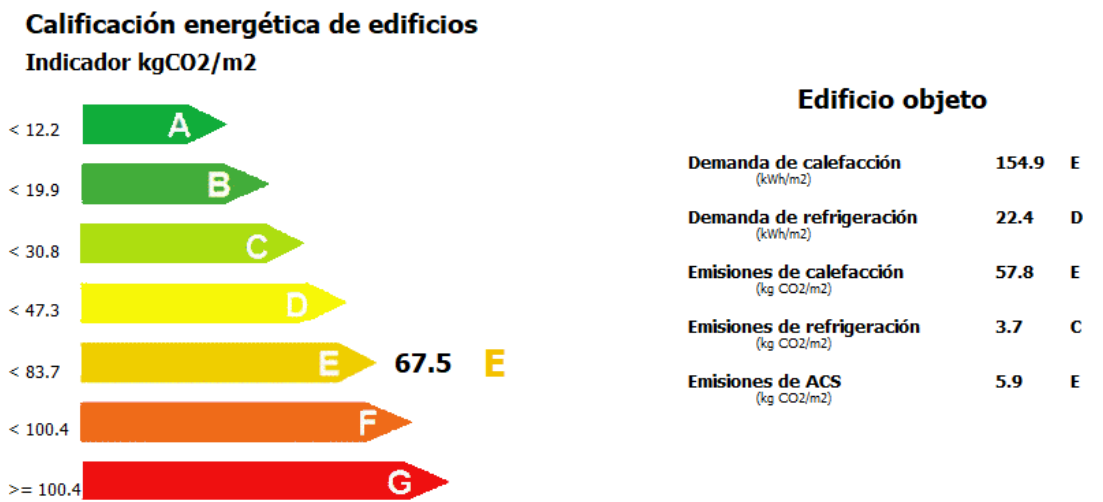
UA: 1.5 W/K

Tª alta: 80 °C

Tª baja: 60 °C

Zonas: Añadir Modificar Borrar Vista clásica

Tras haber definido todos estos parámetros se pulsa en el icono de califica el proyecto y se obtiene la calificación energética de la vivienda, que es la siguiente:



Anexo B: Certificado Eficiencia Energética vivienda en su estado actual

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda unifamiliar		
Dirección	Puerto de Canencia 7		
Municipio	Galapagar	Código Postal	28260
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad Madrid de
Zona climática	D3	Año construcción	2006
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	1		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

○ Edificio de nueva construcción	● Edificio Existente
● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ● Unifamiliar ○ Bloque <ul style="list-style-type: none"> ○ Bloque completo ○ Vivienda individual 	○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Javier Rodríguez Olivares	NIF(NIE)	53767515R
Razón social	JRO	NIF	53767515R
Domicilio	Puerto de Canencia 7		
Municipio	Galapagar	Código Postal	28260
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad Madrid de
e-mail:	100276999@alumnos.uc3m.es	Teléfono	999
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Ingeniería Mecánica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m² año]

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 12/02/2018

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

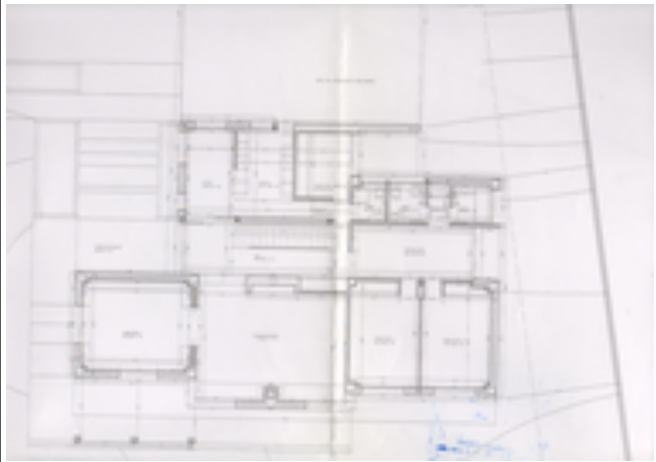

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m ²]	210.18
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Fachada baja norte	Fachada	18.79	0.64	Conocidas
Fachada baja este	Fachada	39.49	0.64	Conocidas
Fachada baja sur	Fachada	23.38	0.64	Conocidas
Fachada baja oeste	Fachada	31.68	0.64	Conocidas
Fachada alta norte	Fachada	17.5	0.64	Conocidas
Fachada alta este	Fachada	29.3	0.64	Conocidas
Fachada alta sur	Fachada	13.6	0.64	Conocidas
Fachada alta oeste	Fachada	26.05	0.64	Conocidas
tejado baja	Partición Interior	124.13	1.03	Estimadas
Partición inferior	Partición Interior	190.92	0.43	Estimadas
tejado alta	Partición Interior	66.79	1.03	Estimadas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ventanas cuarto	Hueco	5.2	3.44	0.62	Estimado	Estimado
Ventana despacho	Hueco	2.52	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana distribuidor	Hueco	4.25	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventanas alta 1	Hueco	2.6	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana alta sur	Hueco	3.9	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana alta este	Hueco	1.95	3.44	0.62	Estimado	Estimado

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
ventana baño	Hueco	2.08	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventanas alta 2	Hueco	2.6	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana cuarto 3	Hueco	2.34	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana office	Hueco	2.7	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana cocina	Hueco	1.3	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana baño 1	Hueco	1.56	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana baño 2	Hueco	2.21	3.44	0.62	Estimado	Estimado
Ventanas salon	Hueco	9.0	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana despacho	Hueco	3.24	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana office1	Hueco	1.44	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana office2	Hueco	2.7	3.44	0.62	Estimado	Estimado
Puerta Principal	Hueco	3.36	2.23	0.10	Estimado	Estimado
Puerta cocina	Hueco	1.74	2.20	0.07	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	83.3	Gasóleo-C	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	140.0
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	83.3	Gasóleo-C	Estimado
TOTALES	ACS				

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
<div><div>< 12.2 A</div><div>12.2-19.9 B</div><div>19.9-30.8 C</div><div>30.8-47.3 D</div><div>47.3-83.7 E</div><div>83.7-100.4 F</div><div>≥ 100.4 G</div></div>	<div>67.5 E</div>	CALEFACCIÓN		ACS		
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	E	Emisiones ACS [kgCO2/m² año]	E	
		57.85		5.91		
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
		Emisiones globales [kgCO2/m² año]	Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]	C	Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]	-
			3.71		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	3.71	780.70
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	63.76	13402.03

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
<div><div>< 54.2A</div><div>54.2-87.8B</div><div>87.8-136.1C</div><div>136.1-209.3D</div><div>209.3-375.6E</div><div>375.6-473.2F</div><div>≥ 473.2G</div></div>	<div>263.7E</div>	CALEFACCIÓN		ACS		
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]	E	Energía primaria ACS [kWh/m² año]	E	
		219.31		22.42		
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
		Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]	Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]	D	Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	-
			21.93		-	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div>< 28.9 A</div><div>28.9-46.8 B</div><div>46.8-72.6 C</div><div>72.6-111.6 D</div><div>111.6-178.3 E</div><div>178.3-208.6 F</div><div>≥ 208.6 G</div></div>	<div>154.9 E</div>	<div><div>< 10.0 A</div><div>10.0-14.3 B</div><div>14.3-20.4 C</div><div>20.4-29.7 D</div><div>29.7-36.7 E</div><div>36.7-45.1 F</div><div>≥ 45.1 G</div></div>	<div>22.4 D</div>
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m² año]	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Apartado no definido

ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	12/02/2018
---	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

Anexo C: Certificado Eficiencia Energética vivienda en el caso de la categoría D

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda unifamiliar		
Dirección	Puerto de Canencia 7		
Municipio	Galapagar	Código Postal	28260
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad Madrid de
Zona climática	D3	Año construcción	2006
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	1		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

○ Edificio de nueva construcción	● Edificio Existente
<ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ● Unifamiliar ○ Bloque <ul style="list-style-type: none"> ○ Bloque completo ○ Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Javier Rodriguez Olivares	NIF(NIE)	53767515R
Razón social	JRO	NIF	53767515R
Domicilio	Puerto de Canencia 7		
Municipio	Galapagar	Código Postal	28260
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad Madrid de
e-mail:	100276999@alumnos.uc3m.es	Teléfono	999
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Ingeniería Mecánica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m² año]

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 12/02/2018

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

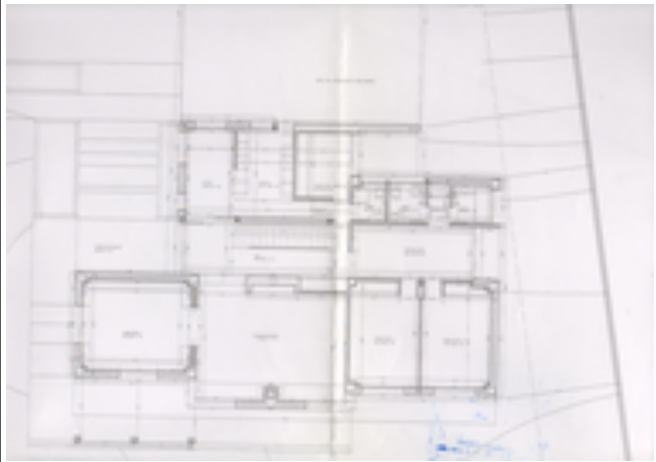

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	210.18
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
Fachada baja norte	Fachada	18.79	0.64	Conocidas
Fachada baja este	Fachada	39.49	0.64	Conocidas
Fachada baja sur	Fachada	23.38	0.64	Conocidas
Fachada baja oeste	Fachada	31.68	0.64	Conocidas
Fachada alta norte	Fachada	17.5	0.64	Conocidas
Fachada alta este	Fachada	29.3	0.64	Conocidas
Fachada alta sur	Fachada	13.6	0.64	Conocidas
Fachada alta oeste	Fachada	26.05	0.64	Conocidas
tejado baja	Partición Interior	124.13	1.03	Estimadas
Partición inferior	Partición Interior	190.92	0.26	Estimadas
tejado alta	Partición Interior	66.79	1.03	Estimadas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ventanas cuarto	Hueco	5.2	3.44	0.62	Estimado	Estimado
Ventana despacho	Hueco	2.52	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana distribuidor	Hueco	4.25	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventanas alta 1	Hueco	2.6	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana alta sur	Hueco	3.9	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana alta este	Hueco	1.95	3.44	0.62	Estimado	Estimado

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
ventana baño	Hueco	2.08	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventanas alta 2	Hueco	2.6	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana cuarto 3	Hueco	2.34	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana office	Hueco	2.7	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana cocina	Hueco	1.3	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana baño 1	Hueco	1.56	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana baño 2	Hueco	2.21	3.44	0.62	Estimado	Estimado
Ventanas salon	Hueco	9.0	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana despacho	Hueco	3.24	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana office1	Hueco	1.44	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana office2	Hueco	2.7	3.44	0.62	Estimado	Estimado
Puerta Principal	Hueco	3.36	2.23	0.10	Estimado	Estimado
Puerta cocina	Hueco	1.74	2.20	0.07	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo calefacción	Caldera Estándar	9.5	29.6	Biomasa no densificada	Estimado
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	24.0	88.2	GLP	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	140.0
--	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	24.0	88.2	GLP	Estimado
TOTALES	ACS				

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
<div><div>< 12.2A</div><div>12.2-19.9B</div><div>19.9-30.8C</div><div>30.8-47.3D</div><div>47.3-83.7E</div><div>83.7-100.4F</div><div>≥ 100.4G</div></div>	<div>46.2D</div>	CALEFACCIÓN		ACS		
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	E	Emisiones ACS [kgCO2/m² año]	E	
		37.91		4.56		
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
		Emisiones globales [kgCO2/m² año]	Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]	C	Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]	-
			3.72		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	3.72	781.23
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	42.47	8926.45

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
<div><div>< 54.2A</div><div>54.2-87.8B</div><div>87.8-136.1C</div><div>136.1-209.3D</div><div>209.3-375.6E</div><div>375.6-473.2F</div><div>≥ 473.2G</div></div>	<div>218.7E</div>	CALEFACCIÓN		ACS		
		<div>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</div>	E	<div>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</div>	E	
		175.14		21.57		
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
		<div>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]</div>	<div>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</div>	D	<div>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</div>	-
			21.94		-	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div>< 28.9 A</div><div>28.9-46.8 B</div><div>46.8-72.6 C</div><div>72.6-111.6 D</div><div>111.6-178.3 E</div><div>178.3-208.6 F</div><div>≥ 208.6 G</div></div>	<div>150.4 E</div>	<div><div>< 10.0 A</div><div>10.0-14.3 B</div><div>14.3-20.4 C</div><div>20.4-29.7 D</div><div>29.7-36.7 E</div><div>36.7-45.1 F</div><div>≥ 45.1 G</div></div>	<div>22.5 D</div>
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m² año]	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Apartado no definido

ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	12/02/2018
---	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

Anexo D: Certificado Eficiencia Energética vivienda en el caso de la categoría C

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda unifamiliar		
Dirección	Puerto de Canencia 7		
Municipio	Galapagar	Código Postal	28260
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad Madrid de
Zona climática	D3	Año construcción	2006
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	1		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

○ Edificio de nueva construcción	● Edificio Existente
<ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ● Unifamiliar ○ Bloque <ul style="list-style-type: none"> ○ Bloque completo ○ Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Javier Rodriguez Olivares	NIF(NIE)	53767515r
Razón social	JRO	NIF	53767515r
Domicilio	Puerto de Canencia 7		
Municipio	Galapagar	Código Postal	28260
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad Madrid de
e-mail:	100276999@alumnos.uc3m.es	Teléfono	999
Titulación habilitante según normativa vigente	Graduado en Ingeniería Mecánica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m² año]
<div> <div>< 54.2 A</div> <div>54.2-87.8 B</div> <div>87.8-136.1 C</div> <div>136.1-209.3 D</div> <div>209.3-375.6 E</div> <div>375.6-473.2 F</div> <div>≥ 473.2 G</div> </div> <div>139.7 D</div>	<div> <div>< 12.2 A</div> <div>12.2-19.9 B</div> <div>19.9-30.8 C</div> <div>30.8-47.3 D</div> <div>47.3-83.7 E</div> <div>83.7-100.4 F</div> <div>≥ 100.4 G</div> </div> <div>29.4 C</div>

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 12/02/2018

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

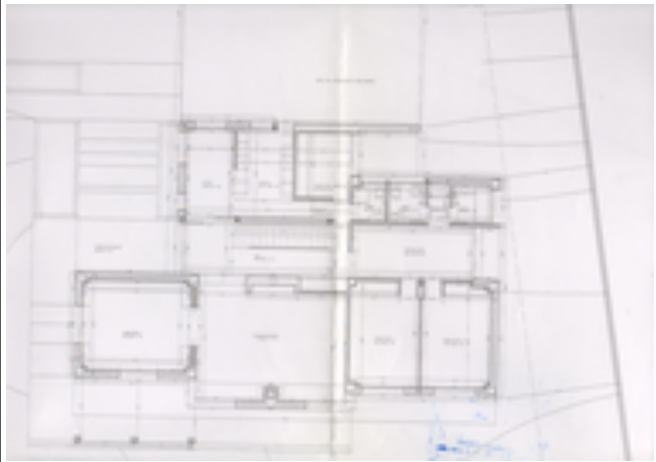

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	210.18
---------------------------	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
Fachada baja norte	Fachada	18.79	0.64	Conocidas
Fachada baja este	Fachada	39.49	0.64	Conocidas
Fachada baja sur	Fachada	23.38	0.64	Conocidas
Fachada baja oeste	Fachada	31.68	0.64	Conocidas
Fachada alta norte	Fachada	17.5	0.64	Conocidas
Fachada alta este	Fachada	29.3	0.64	Conocidas
Fachada alta sur	Fachada	13.6	0.64	Conocidas
Fachada alta oeste	Fachada	26.05	0.64	Conocidas
tejado baja	Partición Interior	124.13	0.51	Estimadas
Partición inferior	Partición Interior	190.92	0.26	Estimadas
tejado alta	Partición Interior	66.79	0.51	Estimadas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ventanas cuarto	Hueco	5.2	2.12	0.51	Estimado	Estimado
Ventana despacho	Hueco	2.52	2.12	0.51	Estimado	Estimado
ventana distribuidor	Hueco	4.25	2.12	0.51	Estimado	Estimado
ventanas alta 1	Hueco	2.6	2.12	0.51	Estimado	Estimado
ventana alta sur	Hueco	3.9	2.12	0.51	Estimado	Estimado
ventana alta este	Hueco	1.95	2.12	0.51	Estimado	Estimado

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
ventana baño	Hueco	2.08	2.12	0.51	Estimado	Estimado
ventanas alta 2	Hueco	2.6	2.12	0.51	Estimado	Estimado
ventana cuarto 3	Hueco	2.34	2.12	0.51	Estimado	Estimado
ventana office	Hueco	2.7	2.12	0.51	Estimado	Estimado
ventana cocina	Hueco	1.3	2.12	0.51	Estimado	Estimado
ventana baño 1	Hueco	1.56	2.12	0.51	Estimado	Estimado
ventana baño 2	Hueco	2.21	2.12	0.51	Estimado	Estimado
Ventanas salon	Hueco	9.0	2.12	0.51	Estimado	Estimado
ventana despacho	Hueco	3.24	2.12	0.51	Estimado	Estimado
ventana office1	Hueco	1.44	2.12	0.51	Estimado	Estimado
ventana office2	Hueco	2.7	2.12	0.51	Estimado	Estimado
Puerta Principal	Hueco	3.36	1.59	0.07	Estimado	Estimado
Puerta cocina	Hueco	1.74	1.58	0.05	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo calefacción	Caldera Estándar		70.0	Biomasa no densificada	Conocido
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	24.0	88.2	GLP	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	140.0
--	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	24.0	88.2	GLP	Estimado
TOTALES	ACS				

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Contribuciones energéticas	-	-	70.0	-
TOTAL	-	-	70.0	-

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div>< 12.2 A</div><div>12.2-19.9 B</div><div>19.9-30.8 C</div><div>30.8-47.3 D</div><div>47.3-83.7 E</div><div>83.7-100.4 F</div><div>≥ 100.4 G</div></div>	<div>29.4 C</div>	CALEFACCIÓN		ACS	
		<div>Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]</div>	D	<div>Emisiones ACS [kgCO2/m² año]</div>	A
		25.04		1.37	
				REFRIGERACIÓN	
<div>Emisiones globales [kgCO2/m² año]</div>		<div>Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]</div>	B	<div>Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]</div>	-
		2.97		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	2.97	624.09
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	26.41	5550.60

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
<div><div>< 54.2A</div><div>54.2-87.8B</div><div>87.8-136.1C</div><div>136.1-209.3D</div><div>209.3-375.6E</div><div>375.6-473.2F</div><div>≥ 473.2G</div></div>	<div>139.7D</div>	CALEFACCIÓN		ACS		
		<div>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</div>	D	<div>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</div>	A	
		115.66		6.47		
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
		<div>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]</div>	<div>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</div>	C	<div>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</div>	-
			17.53		-	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div>< 28.9 A</div><div>28.9-46.8 B</div><div>46.8-72.6 C</div><div>72.6-111.6 D</div><div>111.6-178.3 E</div><div>178.3-208.6 F</div><div>≥ 208.6 G</div></div>	<div>121.2 E</div>	<div><div>< 10.0 A</div><div>10.0-14.3 B</div><div>14.3-20.4 C</div><div>20.4-29.7 D</div><div>29.7-36.7 E</div><div>36.7-45.1 F</div><div>≥ 45.1 G</div></div>	<div>17.9 C</div>
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m² año]	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Apartado no definido

ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	12/02/2018
---	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

Anexo E: Certificado Eficiencia Energética vivienda en el caso de la categoría A

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda unifamiliar		
Dirección	Puerto de Canencia 7		
Municipio	Galapagar	Código Postal	28260
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad Madrid de
Zona climática	D3	Año construcción	2006
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	1		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

○ Edificio de nueva construcción	● Edificio Existente
<ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ● Unifamiliar ○ Bloque <ul style="list-style-type: none"> ○ Bloque completo ○ Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Javier Rodriguez Olivares	NIF(NIE)	53767515r
Razón social	JRO	NIF	53767515r
Domicilio	Puerto de Canencia 7		
Municipio	Galapagar	Código Postal	28260
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad Madrid de
e-mail:	100276999@alumnos.uc3m.es	Teléfono	999
Titulación habilitante según normativa vigente	Graduado en Ingeniería Mecánica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m² año]

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 13/02/2018

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

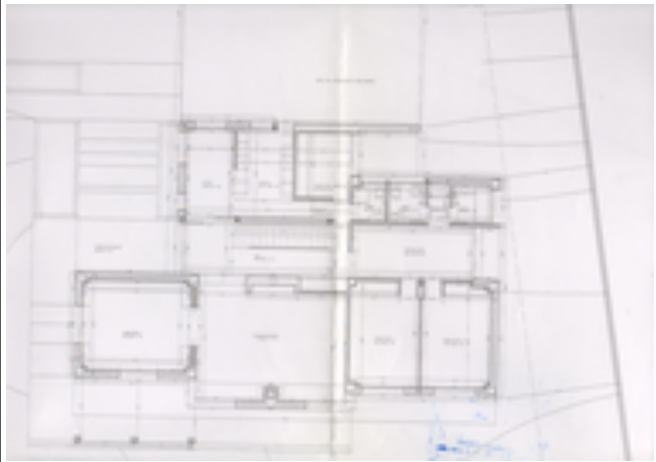

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m ²]	210.18
--	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Fachada baja norte	Fachada	18.79	0.64	Conocidas
Fachada baja este	Fachada	39.49	0.64	Conocidas
Fachada baja sur	Fachada	23.38	0.64	Conocidas
Fachada baja oeste	Fachada	31.68	0.64	Conocidas
Fachada alta norte	Fachada	17.5	0.64	Conocidas
Fachada alta este	Fachada	29.3	0.64	Conocidas
Fachada alta sur	Fachada	13.6	0.64	Conocidas
Fachada alta oeste	Fachada	26.05	0.64	Conocidas
tejado baja	Partición Interior	124.13	1.03	Estimadas
Partición inferior	Partición Interior	190.92	0.43	Estimadas
tejado alta	Partición Interior	66.79	1.03	Estimadas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ventanas cuarto	Hueco	5.2	3.44	0.62	Estimado	Estimado
Ventana despacho	Hueco	2.52	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana distribuidor	Hueco	4.25	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventanas alta 1	Hueco	2.6	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana alta sur	Hueco	3.9	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana alta este	Hueco	1.95	3.44	0.62	Estimado	Estimado

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
ventana baño	Hueco	2.08	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventanas alta 2	Hueco	2.6	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana cuarto 3	Hueco	2.34	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana office	Hueco	2.7	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana cocina	Hueco	1.3	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana baño 1	Hueco	1.56	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana baño 2	Hueco	2.21	3.44	0.62	Estimado	Estimado
Ventanas salon	Hueco	9.0	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana despacho	Hueco	3.24	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana office1	Hueco	1.44	3.44	0.62	Estimado	Estimado
ventana office2	Hueco	2.7	3.44	0.62	Estimado	Estimado
Puerta Principal	Hueco	3.36	2.23	0.10	Estimado	Estimado
Puerta cocina	Hueco	1.74	2.20	0.07	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	24.0	88.2	Biomasa densificada (pelets)	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	140.0
--	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	24.0	88.2	Biomasa densificada (pelets)	Estimado
TOTALES	ACS				

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
<div><div>< 12.2 A</div><div>12.2-19.9 B</div><div>19.9-30.8 C</div><div>30.8-47.3 D</div><div>47.3-83.7 E</div><div>83.7-100.4 F</div><div>≥ 100.4 G</div></div>	<div>7.2 A</div>	CALEFACCIÓN		ACS			
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	A	Emisiones ACS [kgCO2/m² año]	A		
		3.16		0.32			
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
		Emisiones globales [kgCO2/m² año]		Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]	C	Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]	-
				3.71		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	3.71	780.70
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	3.49	732.59

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
<div><div>< 54.2A</div><div>54.2-87.8B</div><div>87.8-136.1C</div><div>136.1-209.3D</div><div>209.3-375.6E</div><div>375.6-473.2F</div><div>≥ 473.2G</div></div>	<div>38.4A</div>	CALEFACCIÓN		ACS			
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m² año]	A		
		14.93		1.53			
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
		Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]	D	Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	-
				21.93		-	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div>< 28.9 A</div><div>28.9-46.8 B</div><div>46.8-72.6 C</div><div>72.6-111.6 D</div><div>111.6-178.3 E</div><div>178.3-208.6 F</div><div>≥ 208.6 G</div></div>	<div>154.9 E</div>	<div><div>< 10.0 A</div><div>10.0-14.3 B</div><div>14.3-20.4 C</div><div>20.4-29.7 D</div><div>29.7-36.7 E</div><div>36.7-45.1 F</div><div>≥ 45.1 G</div></div>	<div>22.4 D</div>
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m² año]	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Apartado no definido

ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	13/02/2018
---	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
